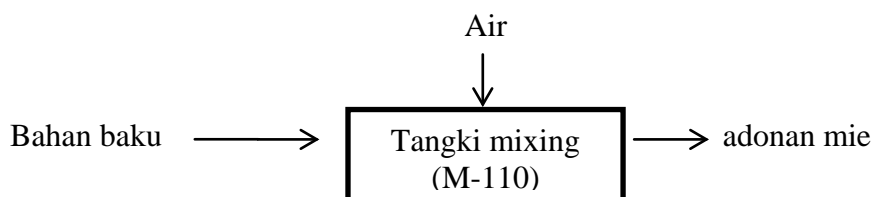


APPENDIX A

NERACA MASSA

A. Pembuatan Mie Instan dari Tepung Jagung

A.1 Tangki Pencampuran/*Mixing*



Data :

Feed terdiri dari Tepung tapioka, tepung jagung, garam, air dan natrium karbonat dengan komposisi (Isnaini, 2014):

Tepung tapioka 33,25%

Tepung jagung 40,63%

Garam 1,12%

Natrium karbonat 0,45%

Air masuk 23,81%

Total bahan masuk dan keluar sama banyak (efisiensi 100%)

Komposisi tepung tapioka dan tepung jagung (dalam persen massa)

Komposisi	Tepung tapioka	Tepung jagung
Protein	0,50	9,20
Lemak	0,30	3,90
karbohidrat	86,9	73,70
Air	12,3	12,20
Fosfor	-	1

Neraca Komponen Masuk**a. Tepung tapioka**

Komposisi	Tepung tapioka (% massa)	Jumlah (kg/hari)
Protein	0,50	16,54
Lemak	0,30	9,93
karbohidrat	86,9	2875,45
Air	12,30	407,00
Total	100	3308,92

Perhitungan massa tiap-tiap komponen tepung terigu:

- Protein = $0,0050 \times 3308,92 \text{ kg/hari}$ = 16,54 kg/hari
- Lemak = $0,30 \times 3308,92 \text{ kg/hari}$ = 9,93 kg/hari
- Karbohidrat = $0,869 \times 3308,92 \text{ kg/hari}$ = 2975,45 kg/hari
- Air = $0,123 \times 3308,92 \text{ kg/hari}$ = 407,00 kg/hari

b. Tepung jagung

Komposisi	Tepung jagung (% massa)	Jumlah (kg/hari)
Protein	9,20	371,99
Lemak	3,90	157,69
Karbohidrat	73,70	2.979,95
Air	12,20	493,29
Fosfor	1	40,43

Perhitungan massa tiap-tiap komponen tepung jagung:

- Protein = $0,0920 \times 4043,35 \text{ kg/hari}$ = 371,99 kg/hari
- Karbohidrat = $0,7370 \times 4043,35 \text{ kg/hari}$ = 2.979,95 kg/hari
- Lemak = $0,0390 \times 4043,35 \text{ kg/hari}$ = 157,69 kg/hari
- Air = $0,1220 \times 4043,35 \text{ kg/hari}$ = 493,29 kg/hari
- Fosfor = $0,01 \times 4043,35 \text{ kg/hari}$ = 40,43 kg/hari

c. Bahan – Bahan Lain

Total tepung masuk adalah jumlah Tepung tapioka masuk dan tepung jagung masuk

- Total tepung = 3308,92 kg/hari + 4043,35 kg/hari = 7.352,27 kg/hari
- Garam = 111,46 kg/hari
- Air = 2.369,48 kg/hari
- Natrium karbonat = 44,78 kg/hari
- Total bahan dari gudang = Total Tepung +garam+air+natrium karbonat = 9877,99 kg/hari

Neraca Komponen Keluar

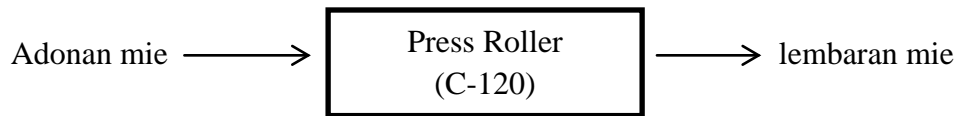
Tidak terjadi perubahan massa pada proses pencampuran. Bahan – bahan yang masuk tercampur menjadi adonan.

- Total tepung = 3308,92 kg/hari + 4043,35 kg/hari = 7.352,27 kg/hari
- Garam = 111,46 kg/hari
- Air = 3.269,77 kg/hari
- Natrium karbonat = 44,78 kg/hari
- Total bahan keluar = Total Tepung +garam+air+natrium karbonat = 9877,99 kg/hari

Tabel A.1 Kesimpulan Neraca Massa Tangki Mixing

Komponen	Masuk (Kg/hari)	Komponen	Keluar (Kg/hari)
Dari Warehouse		Ke Rolling Press	
Tepung Tapioka		Adonan Mie	
Karbohidrat	2875,45	Karbohidrat	5855,40
Protein	16,54	Protein	388,53
Lemak	9,93	Lemak	167,62
Air	407,00	Air	3269,77
Sub total	3308,92	Fosfor	40,43
Tepung Jagung		Garam	111,46
Karbohidrat	2979,95	Natrium karbonat	44,78
Protein	371,99		
Lemak	157,69		
Air	493,29		
Fosfor	40,43		
Sub total	4043,35		
Garam	111,46		
Natrium karbonat	44,78		
Dari Tangki Air			
Air	2369,48		
Total	9877,99	Total	9877,99

A.2 Press Roller



Data :

Asumsi tidak terjadi perubahan massa pada Press Roller. Adonan mie dari tangki mixing menjadi Lembaran Mie.

Neraca Komponen Masuk

Dari Tangki Mixing :

- Total tepung = 3308,92 kg/hari + 4043,35 kg/hari = 7.352,27 kg/hari
- Garam = 111,46 kg/hari
- Air = 3.269,77 kg/hari
- Natrium karbonat = 44,78 kg/hari
- Total bahan masuk = Total Tepung +garam+air+natrium karbonat = 9877,99 kg/hari

Neraca Komponen Keluar

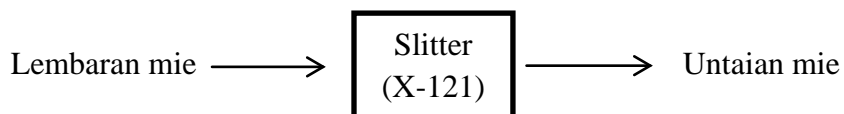
Adonan mie mengalami pengepressan sehingga menjadi Lembaran Mie menuju Slitter.

Ke Slitter :

- Total tepung = 3308,92 kg/hari + 4043,35 kg/hari = 7.352,27 kg/hari
- Garam = 111,46 kg/hari
- Air = 3.269,77 kg/hari
- Natrium karbonat = 44,78 kg/hari
- Total bahan keluar = Total Tepung +garam+air+natrium karbonat = 9877,99 kg/hari

Tabel A.2 Kesimpulan Neraca Massa Press Roller

Komponen	Masuk (Kg/hari)	Komponen	Keluar (Kg/hari)
Dari Tangki Mixing		Ke Slitter	
Adonan Mie		Adonan Mie	
Karbohidrat	5855,40	Karbohidrat	5855,40
Protein	388,53	Protein	388,53
Lemak	167,62	Lemak	167,62
Air	3269,77	Air	3269,77
Fosfor	40,43	Fosfor	40,43
Garam	111,46	Garam	111,46
Natrium karbonat	44,78	Natrium karbonat	44,78
Total	9877,99	Total	9877,99

A.3 Slitter

Data :

Asumsi tidak terjadi perubahan massa pada Slitter. Lembaran mie dari Press Roller menjadi Untaian Mie seluruhnya.

Neraca Komponen Masuk

Dari Press Roller :

- Total tepung = 3308,92 kg/hari + 4043,35 kg/hari = 7.352,27 kg/hari
- Garam = 111,46 kg/hari
- Air = 3.269,77 kg/hari
- Natrium karbonat = 44,78 kg/hari
- Total bahan masuk = Total Tepung +garam+air+natrium karbonat = 9877,99 kg/hari

Neraca Komponen Keluar

Adonan mie masuk ke alat Slitter sehingga menjadi Untaian Mie yang selanjutnya menuju Steam Box.

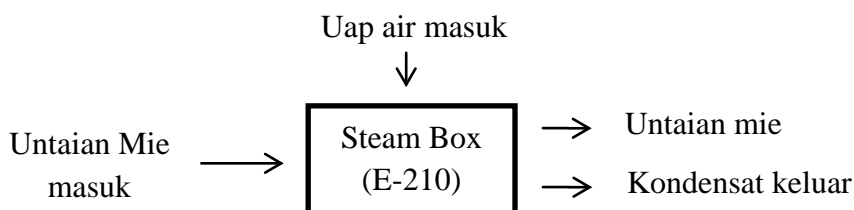
Ke Steam Box :

- Total tepung = 3308,92 kg/hari + 4043,35 kg/hari = 7.352,27 kg/hari
- Garam = 111,46 kg/hari
- Air = 3.269,77 kg/hari
- Natrium karbonat = 44,78 kg/hari
- Total bahan keluar = Total Tepung +garam+air+natrium karbonat = 9877,99 kg/hari

Tabel A.3 Kesimpulan Neraca Massa Slitter

Komponen	Masuk (Kg/hari)	Komponen	Keluar (Kg/hari)
Dari Rolling Press		Ke Steam Box	
Adonan Mie		Adonan Mie	
Karbohidrat	5855,40	Karbohidrat	5855,40
Protein	388,53	Protein	388,53
Lemak	167,62	Lemak	167,62
Air	3269,77	Air	3269,77
Fosfor	40,43	Fosfor	40,43
Garam	111,46	Garam	111,46
Natrium karbonat	44,78	Natrium karbonat	44,78
Total	9877,99	Total	9877,99

A.4 Steam Box (Pengukusan)



Data :

- Berdasarkan percobaan yang dilakukan, kadar air keluar steam box adalah 9,54%

Neraca Komponen Masuk

Dari Slitter :

- Total tepung = 3308,92 kg/hari + 4043,35 kg/hari = 7.352,27 kg/hari
- Garam = 111,46 kg/hari

- Air = 3.269,77 kg/hari
- Natrium karbonat = 44,78 kg/hari
- Uap air dari boiler = 942,36 kg/hari
- Total bahan masuk = 10.820,35 kg/hari

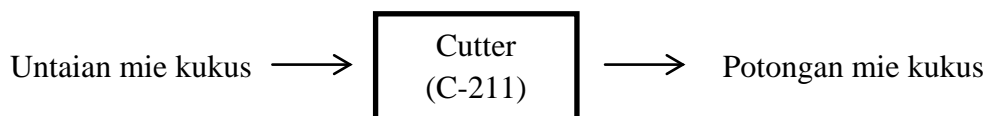
Neraca Komponen Keluar

Untaian mie masuk kedalam Steam Box dan keluar berupa untai mie kukus. Terjadi perubahan kadar air pada bahan masuk ketika proses pengukusan.

- Total tepung = 3308,92 kg/hari + 4043,35 kg/hari = 7.352,27 kg/hari
- Garam = 111,46 kg/hari
- Air = 3.269,77 kg/hari
- Natrium karbonat = 44,78 kg/hari
- Massa air keluar = 3269,77 + 942,36 = 4212,13 kg/hari
- Total bahan keluar = 10.820,35 kg/hari

Tabel A.4 Kesimpulan Neraca Massa Steam Box

Komponen	Masuk (Kg/hari)	Komponen	Keluar (Kg/hari)
Dari Slitter		Ke Cutting	
Karbohidrat	5855,40	Karbohidrat	5855,40
Protein	388,53	Protein	388,53
Lemak	167,62	Lemak	167,62
Air	3269,77	Air	4212,13
Fosfor	40,43	Fosfor	40,43
Garam	111,46	Garam	111,46
Natrium karbonat	44,78	Natrium karbonat	44,78
Sub total	9877,99		
Steam			
Air	942,36		
Total	10820,35	Total	10820,35

A.5 Cutter

Data :

Asumsi tidak terjadi perubahan massa pada Cutter. Untaian Mie Kukus dari Steam Box masuk ke dalam cutter lalu dipotong dan dilipat menjadi bentuk persegi panjang dengan ketebalan 2 cm

Neraca Komponen Masuk

Dari steam box :

- Total tepung = 3308,92 kg/hari + 4043,35 kg/hari = 7.352,27 kg/hari
- Garam = 111,46 kg/hari
- Air = 4212,13 kg/hari
- Natrium karbonat = 44,78 kg/hari
- Total bahan masuk = 10.820,35 kg/hari

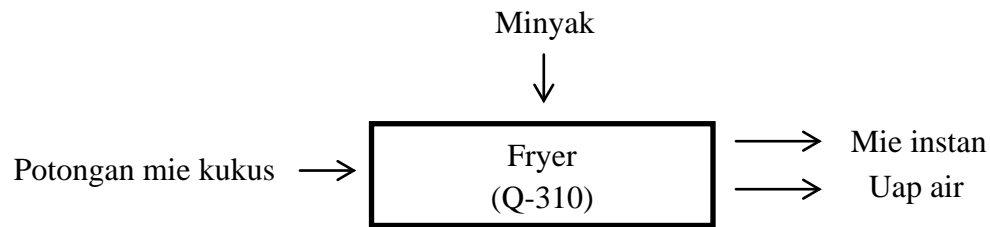
Neraca Komponen Keluar

Untaian mie kukus keluar menjadi potongan persegi panjang dan menuju ke fryer

- Total tepung = 3308,92 kg/hari + 4043,35 kg/hari = 7.352,27 kg/hari
- Garam = 111,46 kg/hari
- Air = 4212,13 kg/hari
- Natrium karbonat = 44,78 kg/hari
- Total bahan keluar = 10.820,35 kg/hari

Tabel A.5 Kesimpulan Neraca Massa Cutter

Komponen	Masuk (Kg/hari)	Komponen	Keluar (Kg/hari)
Dari Steam Box		Ke Fryer	
Karbohidrat	5855,40	Karbohidrat	5855,40
Protein	388,53	Protein	388,53
Lemak	167,62	Lemak	167,62
Air	4212,13	Air	4212,13
Fosfor	40,43	Fosfor	40,43
Garam	111,46	Garam	111,46
Natrium karbonat	44,78	Natrium karbonat	44,78
Total	10820,35	Total	10820,35

A.6 Fryer

Proses penggorengan mie setelah di kukus menjadi mie kering dan terjadi proses penguapan air sehingga kadar air pada mie menjadi 5% (Isnaini, 2014)

Data:

- Kadar air keluar fryer adalah 5%
- Kadar minyak yang terserap mie adalah 20%

Neraca Komponen Masuk

Komponen potongan mie kukus sama dengan potongan kukus keluar dari cutter.

- Total tepung = 3308,92 kg/hari + 4043,35 kg/hari = 7.352,27 kg/hari
- Garam = 111,46 kg/hari
- Air = 4212,13 kg/hari
- Natrium karbonat = 44,78 kg/hari
- Total bahan masuk = 10.820,35 kg/hari

Terdapat tambahan minyak sebagai perantara penggorengan

- Minyak = 2 x 10.820,35 = 21.640,71 kg/hari
- Total bahan masuk = 32.461,06 kg/hari

Neraca Komponen Keluar

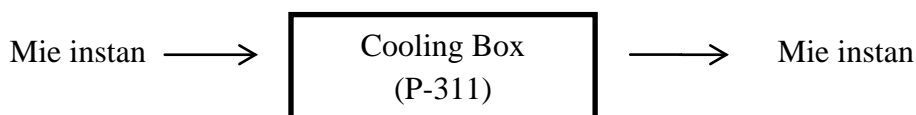
Potongan mie kukus keluar dari penggorengan menjadi mie instan kering berdasarkan percobaan (Isnaini, 2014) adalah 5%

- Total tepung = 3308,92 kg/hari + 4043,35 kg/hari = 7.352,27 kg/hari
- Garam = 111,46 kg/hari
- Air = 4212,13 kg/hari
- Natrium karbonat = 44,78 kg/hari
- Massa air yang teruapkan = 95% x 4212,13 = 4001,52 kg/hari
- Minyak = 21.640,71 kg/hari
- Massa air yang keluar = massa air masuk – massa air yang teruapkan
= 4212,13 - 4001,52 = 210,61 kg/hari

- Massa minyak yang terserap mie = $20\% \times 10.820,35 = 2164,07$ kg/hari
- Total bahan keluar = 32461,06 kg/hari

Tabel A.6 Kesimpulan Neraca Massa Fryer

Komponen	Masuk (Kg/hari)	Komponen	Keluar (Kg/hari)
Dari Cutting		Ke Cooling Fan	
Karbohidrat	5855,40	Karbohidrat	5855,40
Protein	388,53	Protein	388,53
Lemak	167,62	Lemak	2331,69
Air	4212,13	Air	210,61
Fosfor	40,43	Fosfor	40,43
Garam	111,46	Garam	111,46
Natrium karbonat	44,78	Natrium karbonat	44,78
Sub total	10820,35	Sub total	8982,90
Tangki Minyak Goreng		Ke Stack	
Minyak goreng	21640,71	Uap air	4001,52
		Ke Fryer	
		Minyak goreng	19476,64
Total	32461,06	Total	32461,06

A.7 Cooling Box (Pendinginan)

Data :

Mie instan masuk dan keluar cooling fan sama dengan mie instan keluar penggorengan dan memiliki kadar air 5%.

Mie instan yang keluar cooling fan siap untuk dimasukkan ke dalam packaging.

Neraca Komponen Masuk

Dari Fryer :

- Total tepung = $3308,92$ kg/hari + $4043,35$ kg/hari = $7.352,27$ kg/hari
- Garam = $111,46$ kg/hari
- Air = $210,61$ kg/hari
- Natrium karbonat = $44,78$ kg/hari
- Massa minyak yang terserap mie = $20\% \times 10.820,35 = 2164,07$ kg/hari

- Lemak = minyak maka lemak = $167,62 + 2164,07 = 2331,69$ kg/hari
- Total bahan masuk = 8982,90 kg/hari

Neraca Komponen Keluar

- Total tepung = $3308,92$ kg/hari + $4043,35$ kg/hari = $7.352,27$ kg/hari
- Garam = $111,46$ kg/hari
- Air = $210,61$ kg/hari
- Natrium karbonat = $44,78$ kg/hari
- Lemak = $2331,69$ kg/hari
- Total bahan keluar = 8982,90 kg/hari

Tabel A.6 Kesimpulan Neraca Massa Cooling fan

Komponen	Masuk (Kg/hari)	Komponen	Keluar (Kg/hari)
Dari Fryer		Ke Packaging	
Karbohidrat	5855,40	Karbohidrat	5855,40
Protein	388,53	Protein	388,53
Lemak	2331,69	Lemak	2331,69
Air	210,61	Air	210,61
Fosfor	40,43	Fosfor	40,43
Garam	111,46	Garam	111,46
Natrium karbonat	44,78	Natrium karbonat	44,78
Sub total	8982,90	Sub total	8982,90

B. Pembuatan Bumbu Mie Instan**B.1 Tangki Pemasakan (M-510)**

Data:

- Bumbu mie instan terdiri dari kaldu tulang sapi, bawang putih, bawang merah, garam dan gula.

Neraca Komponen Masuk

Masuk tangki *mixing* (dari gudang) :

- Air = $5239,34$ kg/hari
- Kaldu sapi = $610,65$ kg/hari
- Bawang putih = $88,54$ kg/hari
- Bawang Merah = $61,06$ kg/hari

- Garam = 79,38 kg/hari
- Gula = 27,48 kg/hari
- Total bahan dari gudang = Air+kaldu tulang sapi+bawang putih+bawang merah+garam+gula = 6.106,45 kg/hari

Neraca Komponen Keluar

Keluar tangki *mixing* (menuju *spray dryer*) :

- Air = 5239,34 kg/hari
- Kaldu sapi = 610,65 kg/hari
- Bawang putih = 88,54 kg/hari
- Bawang Merah = 61,06 kg/hari
- Garam = 79,38 kg/hari
- Gula = 27,48 kg/hari
- Total bahan menuju *spray dryer* = Air+kaldu tulang sapi+bawang putih+bawang merah+garam+gula = 6.106,45 kg/hari

Tabel B.1. Neraca Massa Alat Tangki Pemasakan

Komponen	Masuk (Kg/hari)	Komponen	Keluar (Kg/hari)
Dari Warehouse		Ke Spray Dryer	
Kaldu Tulang Sapi	610,65	Air	5239,34
Bawang putih	88,54	Kaldu Tulang Sapi	610,65
Bawang merah	61,06	Bawang putih	88,54
Garam	79,38	Bawang merah	61,06
Gula	27,48	Garam	79,38
Sub total	867,12	Gula	27,48
Dari Tangki Air			
Air	5239,34		
Total	6106,45	Total	6106,45

B.2 Spray Dryer (B-520)

Data:

Bumbu kering terdiri dari kaldu ikan dan 2,5% masa air awal^[10]

Neraca Komponen Masuk

Masuk *spray dryer* (dari tangki *mixing*) :

- Kaldu sapi = 867,12 kg/hari
- Air = 5239,34 kg/hari

Total bahan dari tangki *mixing* = kaldu tulang sapi+air = 6106,45 kg/hari

Neraca Komponen Keluar

Keluar *spray dryer* :

Bumbu kering terdiri dari:

- Air = 2,5% x 5239,34 = 130,98 kg/hari
- Kaldu sapi = 610,65 kg/hari
- Bawang putih = 88,54 kg/hari
- Bawang Merah = 61,06 kg/hari
- Garam = 79,38 kg/hari
- Gula = 27,48 kg/hari

Total bahan keluar *spray dryer* = 998,10 kg/hari kg/hari

Keluar *spray dryer* (menuju udara):

- Air menguap = 5.108,35 kg/hari

Tabel B.2. Neraca Massa *Spray Dryer*

Komponen	Masuk (Kg/hari)	Komponen	Keluar (Kg/hari)
Dari Tangki Mixing		Ke Packaging	
Air	5239,34	Air	130,98
Kaldu Tulang Sapi	610,65	Kaldu Tulang Sapi	610,65
Bawang putih	88,54	Bawang putih	88,54
Bawang merah	61,06	Bawang merah	61,06
Garam	79,38	Garam	79,38
Gula	27,48	Gula	27,48
		Sub total	998,10
		Ke Stack	
		Air	5108,35
Total	6106,45	Total	6106,45

APPENDIX B

NERACA PANAS

Operasi pabrik : 285 hari/tahun; 8 jam/hari
 Satuan energi : kilo Joule
 Satuan massa : kilogram
 Suhu referensi : 25°C = 298 K

Perhitungan Neraca Panas pada Pembuatan Mie

Data yang digunakan untuk menentukan kapasitas panas komponen (Cp)

1. Kapasitas panas yang digunakan berupa suatu fungsi suhu yang dihitung berdasarkan persamaan berikut :

$$C_p = a + bT + cT^2 + dT^3 \text{ (kJ/kg)}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p dT = \left[aT + \frac{b}{2}T^2 + \frac{c}{3}T^3 + \frac{d}{4}T^4 \right]_{T_1}^{T_2}$$

$$C_p = a(T_2 - T_1) + \frac{b}{2}(T_2^2 - T_1^2) + \frac{c}{3}(T_2^3 - T_1^3) + \frac{d}{4}(T_2^4 - T_1^4)$$

Data untuk menghitung kapasitas panas sebagai berikut (Himmelblau, 1996):

Senyawa	T	A	B	c	d
CO ₂ (g)	°C	36,11	$4,233 \times 10^{-2}$	$-2,887 \times 10^{-5}$	$7,464 \times 10^{-9}$
H ₂ O (l)	°K	18,3	0,472	-0,0013388	0,00000131
H ₂ O (g)	°C	33,46	$0,6880 \times 10^{-2}$	$-0,7604 \times 10^{-5}$	$-3,593 \times 10^{-9}$

$$C_p = a + bT + cT^2 + dT^3 \text{ (kJ/kg)}$$

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p dT = \left[aT + \frac{b}{2}T^2 + \frac{c}{3}T^3 + \frac{d}{4}T^4 \right]_{T_1}^{T_2}$$

$$C_p = a(T_2 - T_1) + \frac{b}{2}(T_2^2 - T_1^2) + \frac{c}{3}(T_2^3 - T_1^3) + \frac{d}{4}(T_2^4 - T_1^4)$$

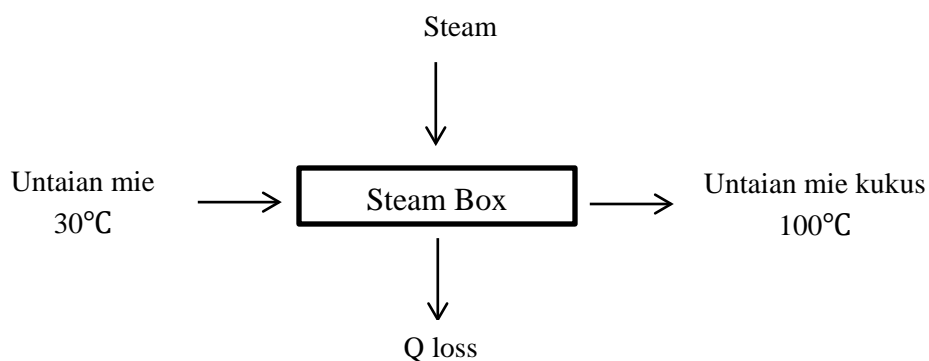
Data untuk kapasitas panas senyawa organik menurut Valentas, (1992):

Senyawa	T	A	b	c
Karbohidrat	°C	1,5488	0,001963	$-5,9399 \times 10^{-6}$
Protein	°C	2,0082	0,001209	$-1,3219 \times 10^{-6}$
Lemak	°C	1,9842	0,001473	$-4,8008 \times 10^{-6}$

2. Untuk senyawa yang tidak memiliki data kapasitas panas dicari dengan menggunakan Kopp's Rule (Perry, 2008)

Unsur	Kapasitas (J/mol.K)
C	10,89
H	7,56
O	13,42
Ca	28,25
Fe	29,08
K	28,78
Mg	22,69
Mn	28,06
Na	26,19
Lain-lain	26,63

1. Steam Box / Pengukusan (E-210)



- Suhu referensi : $25^{\circ}\text{C} = 298 \text{ K}$
- Untaian mie masuk ke dalam steam box pada suhu $30^{\circ}\text{C} = 303 \text{ K}$
- Steam box bekerja pada suhu $110^{\circ}\text{C} = 383 \text{ K}$

Perhitungan Entalpi (ΔH)

$$\begin{aligned}\text{Karbohidrat} &= m \times \int_{30}^{100} C_p \cdot dT \\ &= 5855,40 \text{ kg/hari} \times 115,42 \text{ kJ/kg} = 675.823 \text{ kJ/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Protein} &= m \times \int_{30}^{100} C_p \cdot dT \\ &= 388,53 \text{ kg/hari} \times 145,65 \text{ kJ/kg} = 56.588 \text{ kJ/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lemak} &= m \times \int_{30}^{100} C_p \cdot dT \\ &= 167,62 \text{ kg/hari} \times 144,04 \text{ kJ/kg} = 24.144 \text{ kJ/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Air} &= m \times \int_{30}^{100} C_p \cdot dT \\ &= 3269,77 \text{ kg/hari} \times 5282,68 \text{ kJ/kg} = 22.251.326 \text{ kJ/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Fosfor} &= m \times \int_{30}^{100} C_p \cdot dT \\ &= 40,43 \text{ kg/hari} \times 1864,1 \text{ kJ/kg} = 75.372 \text{ kJ/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Garam} &= m \times \int_{30}^{100} C_p \cdot dT \\ &= 111,46 \text{ kg/hari} \times 3697,4 \text{ kJ/kg} = 412.106 \text{ kJ/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Natrium karbonat} &= m \times \int_{30}^{100} C_p \cdot dT \\ &= 44,78 \text{ kg/hari} \times 7247,1 \text{ kJ/kg} = 324.542 \text{ kJ/hari}\end{aligned}$$

total ΔH pemanasan

Komponen	ΔH (kJ/hari)
Karbohidrat	675.823
Protein	56.588
Lemak	24.144
Air	22.251.326
Fosfor	75.372
Garam	412.106
Natrium karbonat	324.542
Sub total	23.819.901

Perhitungan panas yang hilang (Q_{loss}) :

$$\begin{aligned}
 Q_{loss} &= 10\% \times \Delta H \\
 Q_{loss} &= 10\% \times 23.819.901 \\
 Q_{loss} &= 2.381.990 \text{ kJ/hari} \\
 \text{Total} &= \Delta H + Q_{loss} \\
 &= 23.819.901 + 2.381.990 \\
 &= 26.201.281 \text{ kJ/hari}
 \end{aligned}$$

Perhitungan steam masuk = $26.201.281 - 207.864 = 25.994.027 \text{ kJ/hari}$

Masuk	Panas (kJ/hari)	Keluar	Panas (kJ/hari)
Sub total	207.864	Sub total	23.819.901
Steam	25.994.027	Q loss	2.381.990
Total	26.201.891	Total	26.201.891

Pada *Steam box* digunakan saturated steam:

Suhu = 110°C

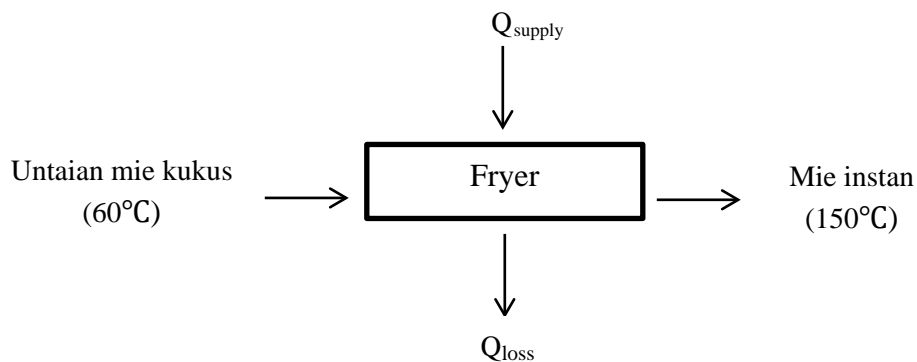
Tekanan = $143,27 \text{ kPa}$

Panas laten $\lambda = 2230,2 \text{ kJ/kg}$ (GK, ed.4 steam table A.2-9)

$Q_{\text{supply}} = m \cdot \lambda$

Massa steam = $\frac{25.994.027 \text{ kJ/hari}}{2230,2 \text{ kJ/kg}} = 11.656 \text{ kg/hari}$

2. Penggorengan / Fryer (Q-310)



APPENDIX B NERACA PANAS

- Suhu referensi : $25^{\circ}\text{C} = 298\text{ K}$
- Potongan Mie Kukus masuk ke dalam Fryer pada suhu 60°C . Komponen masuk sama dengan komponen keluar dari pengukusan.
- Penggorengan dilakukan pada suhu 160°C . Mie Instan keluar dari Fryer pada suhu 150°C .

Perhitungan Entalpi (ΔH)

$$\begin{aligned}\text{Karbohidrat} &= m \times \int_{60}^{150} C_p \cdot dT \\ &= 5855,40 \text{ kg/hari} \times 151,68 \text{ kJ/kg} = 888.164 \text{ kJ/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Protein} &= m \times \int_{60}^{150} C_p \cdot dT \\ &= 388,53 \text{ kg/hari} \times 190,77 \text{ kJ/kg} = 74.120 \text{ kJ/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lemak} &= m \times \int_{60}^{150} C_p \cdot dT \\ &= 167,62 \text{ kg/hari} \times 187,45 \text{ kJ/kg} = 437.064 \text{ kJ/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Air} &= m \times \int_{60}^{150} C_p \cdot dT \\ &= 3269,77 \text{ kg/hari} \times 5424,33 \text{ kJ/kg} = 1.142.398 \text{ kJ/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Fosfor} &= m \times \int_{60}^{150} C_p \cdot dT \\ &= 40,43 \text{ kg/hari} \times 2396,70 \text{ kJ/kg} = 96.907 \text{ kJ/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Garam} &= m \times \int_{60}^{150} C_p \cdot dT \\ &= 111,46 \text{ kg/hari} \times 4753,80 \text{ kJ/kg} = 529.851 \text{ kJ/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Natrium karbonat} &= m \times \int_{60}^{150} C_p \cdot dT \\ &= 44,78 \text{ kg/hari} \times 9317,70 \text{ kJ/kg} = 417.269 \text{ kJ/hari}\end{aligned}$$

total ΔH pemanasan

Komponen	ΔH (kJ/hari)
Karbohidrat	888.164
Protein	74.120
Lemak	437.064
Air	1.142.398
Fosfor	96.907
Garam	529.851
Natrium karbonat	417.269
Sub total	3.585.773

- C_p minyak pada 30°C = 1,875 kJ/kg. $^\circ\text{C}$
- C_p minyak pada 150°C = 2,249 kJ/kg. $^\circ\text{C}$
- Massa minyak masuk = 21640,71 Kg/hari
- Massa minyak keluar = 19476,64 Kg/hari

Perhitungan entalpi (ΔH) minyak yang digunakan (30°C)

$$= C_p \text{ minyak } (30^\circ\text{C}) \times \text{massa minyak masuk} \times 30^\circ\text{C}$$

$$= 1,875 \text{ kJ/Kg.}^\circ\text{C} \times 21640,71 \text{ Kg/hari} \times 30^\circ\text{C} = 1.217.290 \text{ kJ/hari}$$

Perhitungan entalpi (ΔH) minyak setelah penggorengan (150°C)

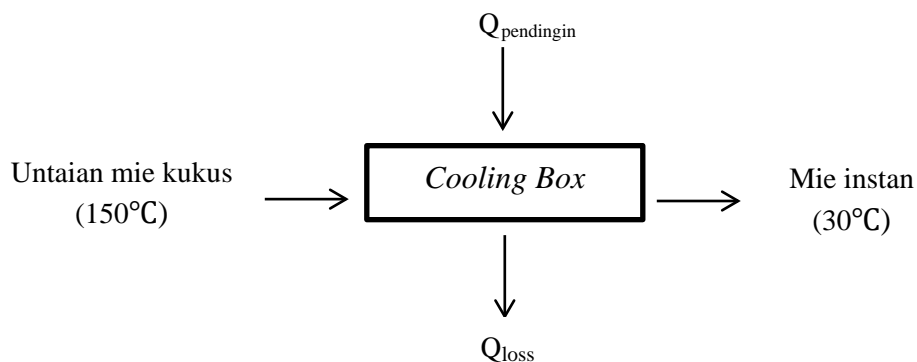
$$= C_p \text{ minyak } (150^\circ\text{C}) \times \text{massa minyak keluar} \times 150^\circ\text{C}$$

$$= 2,249 \text{ kJ/Kg.}^\circ\text{C} \times 19476,64 \text{ Kg/hari} \times 150^\circ\text{C} = 6.570.443 \text{ kJ/hari}$$

Perhitungan entalpi (ΔH) uap air setelah penggorengan

- Massa uap air = 4001,52 Kg/hari
- C_p uap air = 4248,78 kJ/Kg
 ΔH uap air = massa uap air x C_p uap air
 $= 4001,52 \times 4248,78 = 17.001.597$ kJ/hari
- Q_{supply} = ΔH total keluar fryer – (ΔH total Bahan Masuk + ΔH Minyak (30°C))
 $= 29.216.550 - (10.161.480 + 1.217.290)$
 $= 17.837.781$ kJ/hari
- Q_{loss} = 10% x (ΔH total Bahan Keluar + ΔH uap air)
 $= 10\% \times (3.585.773 + 17.001.597 \text{ kJ/hari})$
 $= 2.058.737$ kJ/hari

Masuk	(kJ/hari)	Keluar	(kJ/hari)
Sub total	10.161.480	Sub total	3.585.773
Dari Tangki Minyak		Ke Lingkungan	
Minyak (30°C)	1.217.290	Uap air	17.001.597
Dari Burner		Q loss	2.058.737
Q supply	17.837.781	Sub total	19.060.334
		Ke Fryer	
		Minyak (150°C)	6.570.443
Total	29.216.550	Total	29.216.550

3. Cooling Box / Pendinginan (P-311)

APPENDIX B NERACA PANAS

- Suhu referensi : $25^{\circ}\text{C} = 298 \text{ K}$
- Mie instan keluar dari Fryer didinginkan terlebih dahulu hingga mencapai suhu ruang (30°C) sebelum masuk ke Packaging.
- Komponen mi instan masuk ke pendinginan sama dengan komposisi mie instan keluar dari Fryer.

Perhitungan Entalpi (ΔH)

$$\begin{aligned}\text{Karbohidrat} &= m \times \int_{150}^{30} C_p \cdot dT \\ &= 5855,40 \text{ kg/hari} \times 7,9913 \text{ kJ/kg} = 46.792 \text{ kJ/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Protein} &= m \times \int_{150}^{30} C_p \cdot dT \\ &= 388,53 \text{ kg/hari} \times 10,2022 \text{ kJ/kg} = 3.964 \text{ kJ/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lemak} &= m \times \int_{150}^{30} C_p \cdot dT \\ &= 2331,69 \text{ kg/hari} \times 10,1054 \text{ kJ/kg} = 23.563 \text{ kJ/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Air} &= m \times \int_{150}^{30} C_p \cdot dT \\ &= 210,61 \text{ kg/hari} \times 373,9442 \text{ kJ/kg} = 78.755 \text{ kJ/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Fosfor} &= m \times \int_{150}^{30} C_p \cdot dT \\ &= 40,43 \text{ kg/hari} \times 8068,89 \text{ kJ/kg} = 10.524 \text{ kJ/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Garam} &= m \times \int_{150}^{30} C_p \cdot dT \\ &= 111,46 \text{ kg/hari} \times 16004,46 \text{ kJ/kg} = 63.708 \text{ kJ/hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Natrium karbonat} &= m \times \int_{150}^{30} C_p \cdot dT \\ &= 44,78 \text{ kg/hari} \times 31369,59 \text{ kJ/kg} = 13.253 \text{ kJ/hari}\end{aligned}$$

APPENDIX B NERACA PANAS

total ΔH pemanasan

Komponen	ΔH (kJ/hari)
Karbohidrat	46.792
Protein	3.964
Lemak	23.563
Air	78.755
Fosfor	10.524
Garam	63.708
Natrium karbonat	13.253
Sub total	240.559

Menghitung Q_{loss} ;

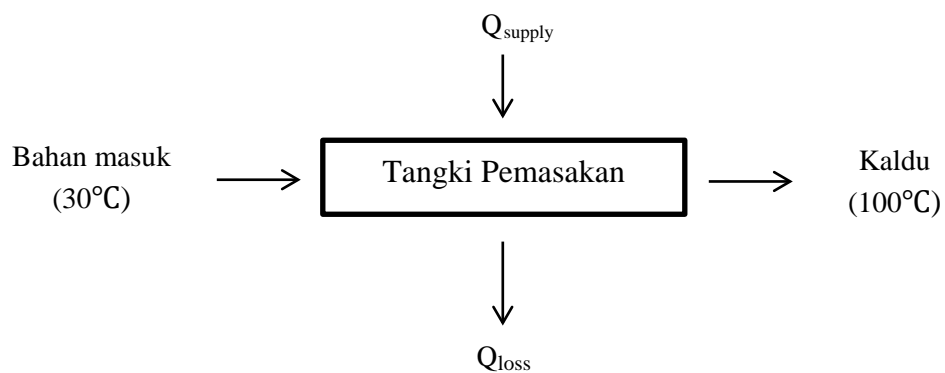
$Q_{\text{loss}} = \text{total bahan masuk} - \text{sub total bahan keluar}$

$$= 3.585.773 - 240.559 = 3.345.214 \text{ kJ/hari}$$

Masuk	(kJ/hari)	Keluar	(kJ/hari)
		Sub total	75.392
		Ke Lingkungan	
		Q loss	302.405
Total	377.797	Total	377.797

Neraca Panas Pembuatan Bumbu

1. Tangki Pemasakan (M-510)



APPENDIX B NERACA PANAS

- Suhu referensi : $25^{\circ}\text{C} = 298 \text{ K}$
- Bahan masuk : $30^{\circ}\text{C} = 303 \text{ K}$
- Proses pemasakan pada suhu $100^{\circ}\text{C} = 373 \text{ K}$

Perhitungan Entalpi (ΔH)

$$\begin{aligned}\text{Kaldu sapi} &= m \times \int_{30}^{100} C_p \cdot dT \\ &= 194.185 \text{ kJ/hari} \\ \text{Bawang Putih} &= m \times \int_{30}^{100} C_p \cdot dT \\ &= 29.308 \text{ kJ/hari} \\ \text{Bawang Merah} &= m \times \int_{30}^{100} C_p \cdot dT \\ &= 23.021 \text{ kJ/hari} \\ \text{Garam} &= m \times \int_{30}^{100} C_p \cdot dT \\ &= 56 \text{ kJ/hari} \\ \text{Gula} &= m \times \int_{30}^{100} C_p \cdot dT \\ &= 4.479 \text{ kJ/hari} \\ \text{Air} &= m \times \int_{30}^{100} C_p \cdot dT \\ &= 27.678 \text{ kJ/hari}\end{aligned}$$

total ΔH pemanasan

Komponen	ΔH (kJ/hari)
Kaldu tulang sapi	194.185
Bawang putih	29.308
Bawang merah	23.021
Garam	56
Gula	4.479
Air	27.678
Sub total	278.727

Menghitung Q_{loss} ;

$$Q_{\text{loss}} = 10\% \times \text{Sub total bahan keluar}$$

$$= 10\% \times 278.727 = 27.873 \text{ kJ/hari}$$

$$\text{Total} = Q_{\text{loss}} + \text{Sub total bahan keluar}$$

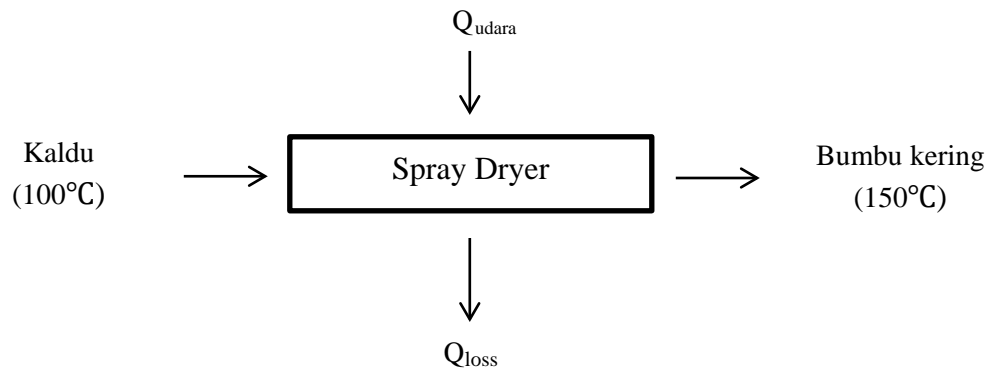
$$= 27.873 + 278.727 = 306.600 \text{ kJ/hari}$$

Menghitung Q_{supply} ;

$$Q_{\text{supply}} = \text{Total} - (\text{Sub total bahan masuk} + \text{Air masuk dari tangki air})$$

$$= 306.600 - (75.343 + 1.959) = 229.297 \text{ kJ/hari}$$

Masuk	(kJ/hari)	Keluar	(kJ/hari)
Sub total	75.343	Sub total	278.727
Dari Tangki Air		Ke Lingkungan	
Air	1.959	Q_{loss}	27.873
Q_{supply}	229.297		
Total	306.600	Total	306.600

2. Spray Dryer (B-520)

- Suhu referensi : $25^{\circ}\text{C} = 298 \text{ K}$
- Komponen kaldu masuk ke dalam Spray Dryer sama dengan komponen kaldu keluar dari tangki pemasakan. Suhu kaldu masuk Spray Dryer adalah 100°C .
- Bumbu kering hasil dari Spray Dryer keluar pada suhu 150°C .

APPENDIX B NERACA PANAS

Perhitungan Entalpi (ΔH)

$$\begin{aligned}\text{Kaldu sapi} &= m \times \int_{100}^{150} C_p \cdot dT \\ &= 291.278 \text{ kJ/hari} \\ \text{Bawang Putih} &= m \times \int_{100}^{150} C_p \cdot dT \\ &= 43.962 \text{ kJ/hari} \\ \text{Bawang Merah} &= m \times \int_{100}^{150} C_p \cdot dT \\ &= 34.532 \text{ kJ/hari} \\ \text{Garam} &= m \times \int_{100}^{150} C_p \cdot dT \\ &= 63 \text{ kJ/hari} \\ \text{Gula} &= m \times \int_{100}^{150} C_p \cdot dT \\ &= 6.719 \text{ kJ/hari} \\ \text{Air} &= m \times \int_{100}^{150} C_p \cdot dT \\ &= 1.243 \text{ kJ/hari} \\ \text{Uap air} &= m \times \int_{100}^{150} C_p \cdot dT \\ &= 48.492 \text{ kJ/hari}\end{aligned}$$

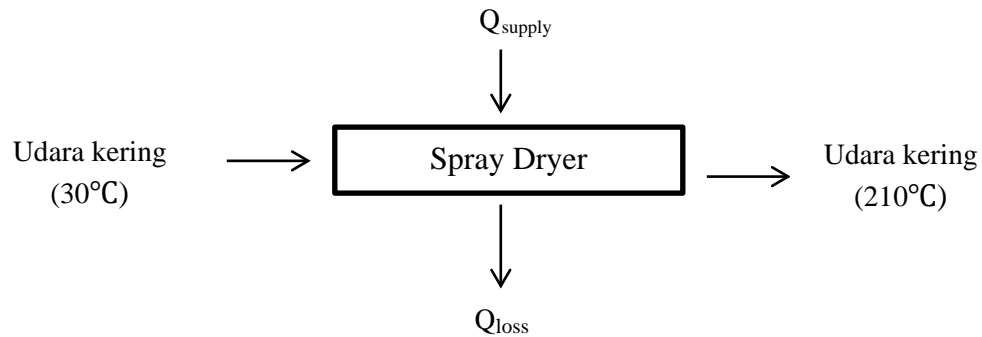
total ΔH pemanasan

Komponen	ΔH (kJ/hari)
Kaldu sapi	194.185
Bawang putih	29.308
Bawang merah	23.021
Garam	56
Gula	4.479
Air	27.678
Sub total	377.797
Uap air	48.492
Total	426.289

Menghitung Q_{udara}

$$Q_{\text{udara}} = 426.289 - 278.727 = 147.562 \text{ kJ/hari}$$

Masuk	(kJ/hari)	Keluar	(kJ/hari)
Sub total	278.727	Sub Total	377.797
Q udara	147.562	Uap Air	48.492
Total	426.289	Total	426.289



- Suhu referensi : $25^{\circ}\text{C} = 298 \text{ K}$
- Pada spray dryer terjadi pemanasan pada udara kering hingga mencapai suhu 210°C menggunakan furnace

Perhitungan kebutuhan Q_{supply} :

C_p udara pada suhu $30^{\circ}\text{C} = 1,0048 \text{ kJ/kg.K}$

C_p udara pada suhu $210^{\circ}\text{C} = 1,0281 \text{ kJ/kg.K}$

$$C_p.dT = \frac{1,0281 + 1,0048}{2} \times (210 - 30) = 182.961 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Massa udara yang dibutuhkan} = \frac{147.562}{182.961} = 807 \text{ kg/hari}$$

- Bumbu kering keluar dari Spray Dryer pada suhu 150°C didinginkan terlebih dahulu sehingga mencapai suhu ruang 30°C sebelum masuk ke dalam alat packing.
- Komponen bumbu pada saat pendinginan sama dengan komponen bumbu keluar dari Spray Dryer.

APPENDIX B NERACA PANAS

Perhitungan entalpi (ΔH) Bumbu Kering

$$\begin{aligned}\text{Kaldu sapi} &= m \times \int_{150}^{30} C_p \cdot dT \\ &= 58.256 \text{ kJ/hari} \\ \text{Bawang Putih} &= m \times \int_{150}^{30} C_p \cdot dT \\ &= 8.792 \text{ kJ/hari} \\ \text{Bawang Merah} &= m \times \int_{150}^{30} C_p \cdot dT \\ &= 6.906 \text{ kJ/hari} \\ \text{Garam} &= m \times \int_{150}^{30} C_p \cdot dT \\ &= 45 \text{ kJ/hari} \\ \text{Gula} &= m \times \int_{150}^{30} C_p \cdot dT \\ &= 1.344 \text{ kJ/hari} \\ \text{Air} &= m \times \int_{150}^{30} C_p \cdot dT \\ &= 49 \text{ kJ/hari}\end{aligned}$$

Menghitung Q_{loss}

$$Q_{\text{loss}} = 377.797 - 75.392 = 302.405 \text{ kJ/hari}$$

total ΔH pemanasan

Komponen	Masuk (kJ/hari)	Komponen	Keluar (kJ/hari)
Kaldu Sapi	291.278	Kaldu Sapi	58.256
Bawang Putih	43.962	Bawang Putih	8.792
Bawang Merah	34.532	Bawang Merah	6.906
Garam	63	Garam	45
Gula	6.719	Gula	1.344
Air	1.243	Air	49
		Sub total	75.392
		Ke Lingkungan	
		Q loss	302.405
Total	377.797	Total	377.797

APPENDIX C

PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN

1. Warehouse Bahan Baku (F-111)

- Fungsi : Untuk menyimpan bahan baku pembuatan mie
- Tipe : Warehouse berbentuk ruangan yang memiliki rak rak dan dilengkapi dengan *thermometer* sebagai indikator suhu didalam *warehouse* dan *cyclone turbine ventilator* untuk mengatur suhu dan kelembaban udara di dalam *warehouse*.
- Dasar pemilihan : Cocok untuk menampung padatan dengan kapasitas besar
- Waktu operasi : 7 hari penampungan
- Kondisi operasi : $T = 25-30^{\circ}\text{C}$, $P = 1 \text{ atm}$
- Bahan konstruksi : Beton
- Seluruh bahan baku diperoleh dari supplier dalam kemasan karung @25 Kg.
 - Dimensi karung 25 Kg adalah (p x l x tebal) 75 cm x 50 cm x 15 cm.
 - 1 krat kayu dapat menampung 20 karung
 - Dimensi krat kayu adalah 1,5 m x 1 m
 - 1 rak penyimpanan dapat menampung 4 krat kayu
 - Dimensi 1 rak 3 m x 2 m dengan disusun secara bertingkat 2.

Bahan	Waktu Simpan (hari)	Massa per hari (kg/hari)	Massa Selama Waktu Simpan (Kg)	Jumlah Karung (Buah)
Tepung tapioka	7	3.309	23.162	927
Tepung jagung	7	4.043	28.303	1.133
Garam	7	191	1.336	54
Natrium karbonat	7	45	313	13
Kaldu tulang sapi	7	611	4.275	171
Bawang putih	7	89	620	25
Bawang merah	7	61	427	18
Gula	7	27	192	8

Jumlah karung keseluruhan = 2.349 buah

Jumlah krat kayu yang dibutuhkan = 2.349 buah : 20 buah/krat = 117,45 = 118 krat

Jumlah rak susun yang dibutuhkan = 118 krat : (4 krat/susun x 2) = 15 rak susun

- Dimensi Gudang

Panjang Gudang = 3 m x 8 rak susun = 24 m

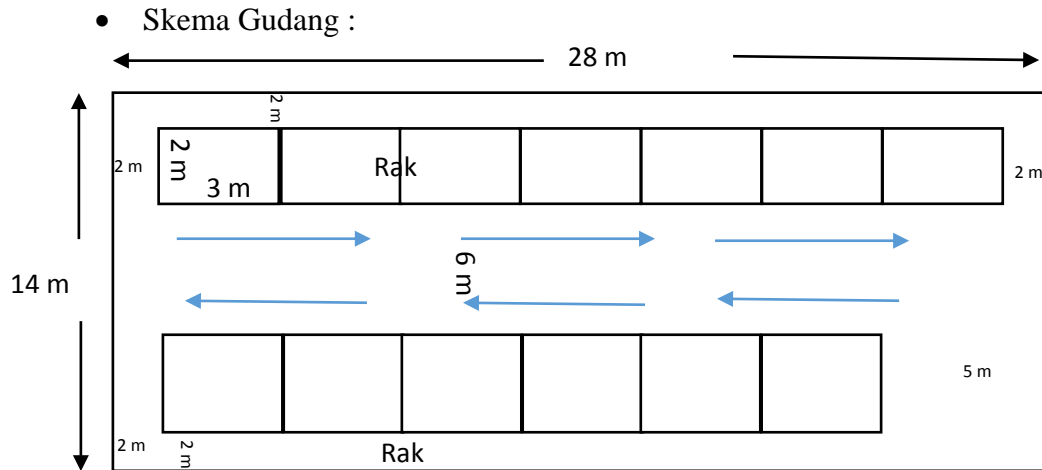
Lebar Gudang = 2 m x 2 rak susun = 4 m

Untuk keperluan jalan, maka panjang gudang ditambah 4 meter dan lebar gudang ditambah 10 meter sehingga :

Panjang Gudang = 24 m + 4 m = 28 m

Lebar Gudang = 4 m + 10 m = 14 m

Tinggi gudang = 3 m



A. Pembuatan Mie

2. Tangki Penampungan Air (F-113)

Fungsi : Menampung bahan baku berupa air untuk proses.

Kondisi operasi : Suhu 30°C, P = 1 atm

Bahan konstruksi : *Stainless steel* SA – 240 (Tipe 304 Grade C)

Dasar perhitungan :

- Massa : 2.369,48 Kg/hari
- Waktu tinggal : 8 jam
- Densitas : 995,65 Kg/m³ = 62,156 lbm/ft³

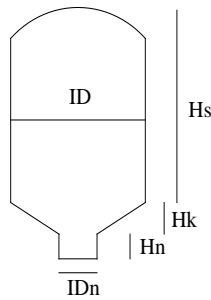
Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Volume air} &= \frac{2.369,48 \text{ kg/hari}}{995,65 \text{ kg/m}^3} \\ &= 2,38 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tangki} &= 1,1 \times 2,38 \text{ m}^3 \\ &= 2,62 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Ditetapkan (Brownell & Young, 1959) :

- Bahan konstruksi tangki adalah *stainless steel* SA-240 (tipe 304 grade C)
- *Allowable stress value* (f) dari SA-240 adalah 18750 psi
- Las yang digunakan adalah *double welded joint* dengan efisiensi (E) 0,8
- *Corrossion allowance* (c) adalah 0,125 in
- $H_{shell}/D_{shell} = 1,495/1$
- Sudut konis (2α) = 120°



Keterangan gambar:

ID : diameter dalam *shell*

Hs : tinggi *shell*

Hk : tinggi konis

Hn : tinggi *nozzle*

IDn : diameter dalam *nozzle*

$$H_n (\text{tinggi nozzle}) = \frac{ID_n}{2 \cdot \tan \alpha}$$

$$H_k (\text{tinggi konis}) = \frac{ID}{2 \cdot \tan \alpha} - H_n = \frac{ID - ID_n}{2 \cdot \tan \alpha}$$

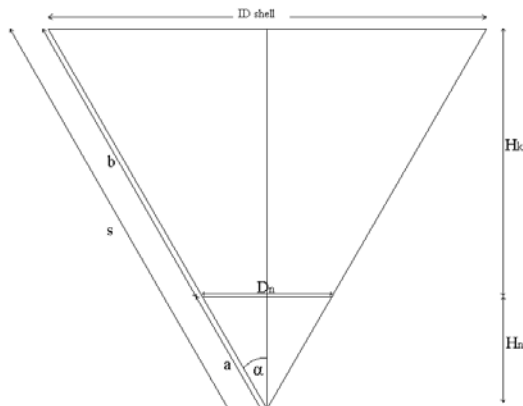
a. Menghitung volume *head*

$$\text{Volume head} = 0,49 \cdot 10^{-4} \cdot ID^3 \quad (\text{Pers 5.11, Brownell and Young})$$

b. Menghitung volume *shell*

$$\text{Volume shell} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot H = \frac{1,5\pi}{4} \cdot ID^3$$

c. Menghitung volume konis



Asumsi diameter *nozzle* (Dn) yang digunakan = 0.1 meter

$$\begin{aligned} \text{Volume konis} &= \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID^2 \cdot (H_k + H_n) - \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID_n^2 \cdot H_n \\ &= \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID^2 \cdot \left(\frac{ID_{\text{shell}} - ID_n}{2 \cdot \tan 60} + \frac{ID_n}{2 \cdot \tan 60} \right) - \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID_n^2 \cdot \frac{ID_n}{2 \cdot \tan 60} \\ &= \frac{\pi}{24 \cdot \tan 60} (ID^3 - ID_n^3) \\ &= \frac{\pi}{24 \cdot \tan 60} (ID^3 - 0,1^3) \\ &= 0,075536 \cdot ID^3 - 0,0075536 \times 0,1^3 \end{aligned}$$

Maka, ID dari tangki dapat dihitung dengan :

$$\text{Volume Tangki} = \text{Volume Head} + \text{Volume Shell} + \text{Volume Konis}$$

$$2,62 \text{ m}^3 = 0,49 \cdot 10^{-4} \cdot \text{ID}^3 + \frac{1,495\pi}{4} \cdot \text{ID}^3 + 0,075536 \cdot \text{ID}^3 - 0,0075536 \times 0,1^3$$

$$\text{ID} = 1,28 \text{ meter} = 50,39 \text{ inch}$$

$$\frac{H}{\text{ID}} = 1,495 \rightarrow H = 1,91 \text{ m} = 75,2 \text{ inch}$$

$$\text{Tinggi nozzle} = H_n = \frac{\text{ID}_n}{2 \cdot \tan \alpha} = 0,0473 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi konis} = H_k = \frac{\text{ID}}{2 \cdot \tan \alpha} - H_n = \frac{\text{ID} - \text{ID}_n}{2 \cdot \tan \alpha} = 0,341 \text{ m}$$

$$\text{Volume shell} = \frac{1,495\pi}{4} \cdot \text{ID}^3 = 2,46 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Volume konis} &= 0,075536 \cdot \text{ID}^3 - 0,0075536 \times 0,1^3 \\ &= 0,158 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Asumsi volume konis = volume bahan dalam konis

$$\begin{aligned} \text{Volume air dalam shell} &= \text{Volume air masuk} - \text{Volume air dalam konis} \\ &= 2,38 \text{ m}^3 - 0,158 \text{ m}^3 \\ &= 2,222 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume air dalam shell} &= \frac{\pi}{4} \cdot \text{ID}_{shell}^2 \cdot H \\ 2,222 \text{ m}^3 &= \frac{\pi}{4} \times 1,28^2 \times H_{bahan \text{ dalam shell}} \end{aligned}$$

$$H \text{ air dalam shell} = 1,727 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Total tinggi air dalam tangki} &= H \text{ bahan dalam shell} + H \text{ konis} \\ &= 1,727 \text{ m} + 0,341 \text{ m} \\ &= 2,07 \text{ m} = 6,79 \text{ ft} \end{aligned}$$

Menentukan tebal shell :

$$P \text{ hidrostatik} = \frac{\rho_{campuran} \times \text{total tinggi bahan}}{144} \quad (\text{Persamaan. 3.17, Brownell and Young})$$

$$= \frac{62,156 \text{ lb/ft}^3 \times 6,79 \text{ ft}}{144}$$

$$= 2,93 \text{ psia}$$

$$P \text{ Operasi} = 14,7 \text{ psia}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{total}} &= P_{\text{hidrostatik}} + P_{\text{Operasi}} \\ &= 2,93 \text{ psia} + 14,7 \text{ psia} \\ &= 17,63 \text{ psia} \end{aligned}$$

$$P_{\text{design}} = 1,1 \times P_{\text{total}} = 1,1 \times 17,63 = 19,39 \text{ psia}$$

$$\text{tebal shell} = \frac{P \cdot ID_{\text{shell}}}{2 \cdot f_{\text{ALL}} \cdot E} + c \quad (\text{Persamaan 3.16, Brownell and Young})$$

dimana,

$$P = \text{tekanan design} = 19,39 \text{ psia}$$

$$ID_{\text{shell}} = \text{diameter shell} = 50,39 \text{ in}$$

$$f_{\text{ALL}} = \text{allowable stress} = 18.750 \text{ lb/in}^2 \text{ (Stainless steel SS-316 food grade)}$$

$$E = \text{efisiensi sambungan} = 80 \%$$

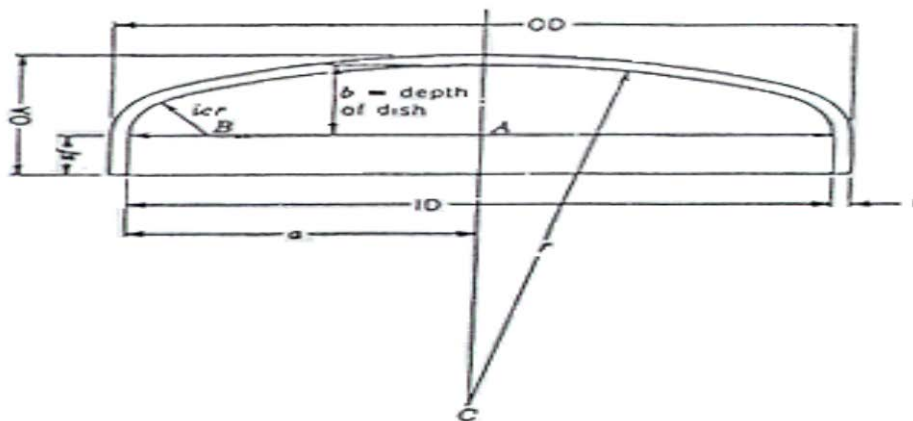
(double welded butt joint) (Tabel 13.2, Brownell and Young)

$$c = \text{corrosion allowance} = 1/8 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Tebal shell} &= \frac{19,39 \text{ psia} \times 50,39 \text{ in}}{2 \times 18750 \text{ lb/in}^2 \times 0,8} + \frac{1}{8} \\ &= 0,158 \text{ in} \end{aligned}$$

Tebal plate komersial yang mendekati adalah 3/16 in = 0,1875 in

Bagian tutup tangki (head)



$$\text{Tebal head} = 3/16 \text{ in} = 0,1875 \text{ in} \quad (\text{App. E ,Item 2, Brownell and Young})$$

Tebal tutup diambil sama dengan tebal shell karena mempertimbangkan faktor keamanan mengingat tebal shell diperhitungkan dengan menggunakan tekanan desain.

$$a = \frac{ID}{2} = 25,19 \text{ in} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$r = ID = 50,39 \text{ in} \quad (\text{Tabel 5.7, Brownell and Young})$$

$$icr = 6\% \times ID = 3,023 \text{ in} \quad (\text{Tabel 5.7, Brownell and Young})$$

$$AB = a - icr = 22,174 \text{ in} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$BC = r - icr = 47,372 \text{ in} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$AC = (BC^2 - AB^2)^{0,5} = 41,862 \text{ in} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$b = r - AC = 8,534 \text{ inch} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$\text{Panjang straight flange} = 2 \text{ in} = 0,0508 \text{ m} \quad (\text{Tabel 5.8, Brownell and Young})$$

$$\text{tinggi head} = \text{tebal head} + b + \text{panjang straight flange}$$

$$= 0,1875 \text{ in} + 8,534 \text{ in} + 2 \text{ in}$$

$$= 10,721 \text{ in} = 0,272 \text{ m}$$

Bagian badan tangki (*shell*)

$$\text{OD (diameter luar shell)} = \text{ID} + 2 \times \text{tebal shell}$$

$$= 1,29 = 50,771 \text{ inch}$$

Bagian dasar tangki (konis)

$$\text{Tebal konis} = \frac{P \cdot \text{IDshell}}{2 \cos \alpha (f_{all} \cdot E - 0,6P)} + C$$

$$\text{Tebal konis} = 0,0156 \text{ inch}$$

$$\text{Tinggi tangki} = \text{tinggi head} + \text{tinggi shell} + \text{tinggi konis} + \text{tinggi nozzle}$$

$$= 10,721 \text{ in} + 67,995 \text{ in} + 13,426 \text{ in} + 1,1365 \text{ in}$$

$$= 93,279 \text{ in} = 2,37 \text{ meter}$$

3. Pompa Centrifugal (L-114)

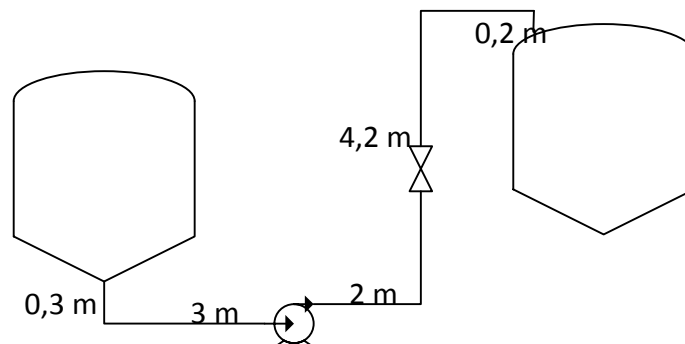
$$\text{Feed} = 2.369,48 \text{ Kg/hari}$$

$$1 \text{ hari} = 3 \text{ batch}$$

$$\text{Laju feed} = 789,83 \text{ Kg/batch}$$

$$\text{Waktu operasi} = 0,1 \text{ jam/batch}$$

$$\rho \text{ Air (30}^\circ\text{C)} = 996,79 \text{ kg/m}^3 = 62,23 \text{ lb/ft}^3$$



Gambar C.1. skema aliran pompa

Perhitungan:

$$\begin{aligned}\mu_{\text{feed}} &= 0,324 \times (\rho_{\text{feed}})^{0,5} \\ &= 0,324 \times (62,23)^{0,5} \\ &= 10,0813 \text{ lb.ft/jam} = 0,0042 \text{ Kg.m/s}\end{aligned}$$

$$Q_f = \frac{\text{massa}}{\rho} = \frac{2,194 \text{ Kg/s}}{996,79 \text{ Kg/m}^3} = 0,002201 \text{ m}^3/\text{s} = 0,07773 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Dari timmerhauss hal 496 didapat:

$$\begin{aligned}\text{ID}_{\text{opt}} &= 3,9 Q_f^{0,36} \rho^{0,18} \\ &= 3,9 \times 0,07773^{0,45} \times 62,23^{0,13} \\ &= 2,114 \text{ in}\end{aligned}$$

Karena ID optimum = 2,114 in maka dipilih *steel pipe* (IPS) nominal 2 *schedule number* 40 yang memiliki:

$$\text{OD pipa} = 2,375 \text{ in}$$

$$\text{ID pipa} = 2,067 \text{ in} = 0,0525 \text{ m}$$

$$\text{Ap (luas penampang pipa)} = 0,0022 \text{ m}^2$$

$$\text{Kecepatan linear (v)} = \frac{qf}{A} = \frac{0,0777}{0,0022} = 3,336 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned}N_{\text{re}} &= \frac{\rho v x \text{ID}}{\mu} \\ &= \frac{996,79 \text{ Kg/m}^3 \times 3,336 \text{ m/s} \times 0,0525 \text{ m}}{0,0042 \text{ Kg.m/s}} \\ &= 12.667 \quad (\text{Turbulent flow})\end{aligned}$$

Perhitungan ΣF :

1. *Sudden contraction losses* (h_c)

$$K_c = 0,55 \times \left(1 - \frac{A_2}{A_1}\right)$$

Keterangan:

A_1 = luas penampang tangki

A_2 = luas penampang pipa

$$\begin{aligned}K_c &= 0,55 \times \left(1 - \frac{0,0022}{1,21}\right) \\ &= 0,55\end{aligned}$$

Karena aliran air yang melewati pipa adalah turbulen, maka $\alpha = 1$

$$\begin{aligned}h_c &= K_c \times \left(\frac{v^2}{2 \times \alpha}\right) \\ &= 0,55 \times \left(\frac{1,01^2}{2 \times 1}\right) \\ &= 0,2837 \text{ m}^2/\text{s}^2\end{aligned}$$

2. Friksi pada pipa lurus (F_t)

Digunakan pipa *commercial steel*, $\varepsilon = 4,6 \times 10^{-5} \text{ m} = 0,00015 \text{ ft}$

$$\frac{\varepsilon}{ID} = \frac{4,6 \times 10^{-5}}{0,0525} = 0,0029$$

Dari gambar 2.10-3 (Geankoplis, 2003), diperoleh $f = 0,015$

Panjang pipa lurus (ΔL) = 10,7 m

Karena aliran air yang melewati pipa adalah turbulen, maka $\alpha = 1$

$$\begin{aligned} F_t &= 4 \times f \times \frac{\Delta L}{D} \times \frac{v^2}{2\alpha} \\ &= 4 \times 0,015 \times \frac{10,7 \text{ m}}{0,0525 \text{ m}} \times \frac{(1,02 \text{ m})^2}{2 \times 1} \\ &= 6,32 \text{ m}^2/\text{s}^2 \end{aligned}$$

3. Elbow 90°, *gate valve*, dan *union*

Digunakan: 4 buah elbow 90° ($n_e = 1$)

1 buah *valve wide open* ($n_v = 1$)

4 buah *union*

Dari Geankoplis, 2003; Tabel 2.10-1:

K_f elbow 90° ($K_{f_e} = 0,75$)

K_f *valve wide open* ($K_{f_v} = 0,17$)

K_f Union ($K_{f_u} = 0,04$)

$$K_f = n_e \times K_{f_e} + n_v \times K_{f_v} + n_u \times K_{f_u} = 4 \times 0,75 + 1 \times 0,17 + 4 \times 0,04 = 3,33$$

Karena aliran air yang melewati pipa adalah turbulen, maka $\alpha = 1$

$$\begin{aligned} h_f &= K_f \times \frac{v^2}{2\alpha} \\ &= 3,33 \times \frac{(1,02 \text{ m})^2}{2 \times 1} \\ &= 1,721 \text{ m}^2/\text{s}^2 \end{aligned}$$

4. *Sudden enlargment* (h_{ex})

$$K_{ex} = 1 \times \left(1 - \frac{A_2}{A_1}\right)^2$$

Karena A_2 memiliki nilai yang jauh lebih kecil apabila dibandingkan dengan A_1 maka $\frac{A_1}{A_2}$

dapat diabaikan. Karena aliran air yang melewati pipa adalah turbulen, maka $\alpha = 1$.

$$\begin{aligned} h_{ex} &= 1 \times \left(\frac{v^2}{2 \cdot \alpha}\right) \\ &= 1 \times \left(\frac{1,02^2}{2 \cdot 1}\right) \\ h_{ex} &= 0,52 \text{ m}^2/\text{s}^2 \end{aligned}$$

$$\Sigma F = h_c + F_t + h_f + h_{ex} = 8,841 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

Perhitungan power pompa:

$$P_1 \text{ pompa} = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ N/m}^2$$

$$P_2 \text{ Tangki} = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ N/m}^2$$

$$Z_1 = 0,3 \text{ m}$$

$$Z_2 = 4,2 \text{ m}$$

$$v_1 = 0 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 2,19 \text{ m/s}$$

$$-W_s = m \left(\frac{1}{2} v_2^2 - v_1^2 \right) + g m (z_2 - z_1) + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \Sigma F$$

$$-W_s = 104,38 \text{ J/s}$$

$$\text{Efisiensi pompa} = 40\% \quad (\text{Peters dan Timmerhaus, 1991) gambar 14-37}$$

$$\text{Brake Hp} = \frac{-W_s}{\eta \cdot 1000} = 0,261 \text{ kW} = 0,35 \text{ hp}$$

$$\text{Efisiensi motor} = 80\% \quad (\text{Peters dan Timmerhaus, 1991) gambar 14-38}$$

$$W_p = \frac{\text{Brake HP}}{0,80} = \frac{0,35}{0,80} = 0,44 \text{ hp} = 0,5 \text{ Hp}$$

Spesifikasi pompa ():

Jumlah	: 1 unit
Fungsi	: mengalirkan air ke mixing tank
Tipe	: pompa sentrifugal
Operasi	: Batch
Ukuran pipa	: nominal 2 sch 40
OD pipa	= 2,375 in
ID pipa	= 2,067 in = 0,0525 m
Efisiensi pompa	: 40%
Efisiensi motor	: 80 %
Power motor	: 0,5 hp
Bahan konstruksi	: <i>stainless steel</i>

4. Tangki Mixing (M-110)

Fungsi	: Mencampur bahan – bahan mie sehingga menjadi berbentuk adonan
Dasar pemilihan	: Dapat mencampur bahan – bahan mie dengan efisien
Kondisi operasi	: Suhu 30°C, P = 1 atm
Operasi	: Batch

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA – 240* (Tipe 304 Grade C)

Dasar perhitungan :

- Satu hari terdiri dari 3 batch
- Massa satu batch = 9951,63 Kg/hari : 3 batch/hari = 3.317,212 Kg/batch
- Densitas campuran :

Komponen	Massa, i	Fraksi Massa, xi	ro i	xi/roi
Tepung tapioka	3.309	0,33497908	593	0,000564889
Tepung jagung	4.043	0,409329226	593	0,000690269
Garam	111	0,011283672	2170	5,19985E-06
Natrium karbonat	45	0,004533311	1920	2,3611E-06
Air	2.369	0,239874711	995,68	0,000240915
Total	9.878	1		0,001503634

$$P \text{ Campuran} = 1/0,001503634 = 665,056 \text{ Kg/m}^3 = 41,518 \text{ lbm/ft}^3$$

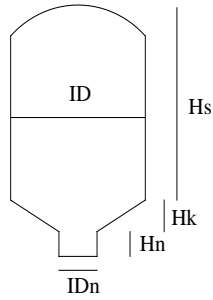
Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Volume campuran 1 batch} &= \frac{\text{Massa campuran}}{P \text{ campuran}} \\ &= \frac{3.317,212 \text{ kg/batch}}{665,056 \text{ kg/m}^3} \\ &= 4,988 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tangki} &= 1,1 \times \text{volume 1 batch} \\ &= 1,1 \times 4,988 \text{ m}^3 = 5,487 \text{ m}^3 = 5,5 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Ditetapkan (Brownell & Young, 1959) :

- Bahan konstruksi tangki adalah *stainless steel SA-240* (tipe 304 grade C)
- *Allowable stress value* (f) dari SA-240 adalah 18750 psi
- Las yang digunakan adalah *double welded joint* dengan efisiensi (E) 0,8
- *Corrossion allowance* (c) adalah 0,125 in
- $H_{shell}/D_{shell} = 1,495/1$
- Sudut konis (2α) = 120°



Keterangan gambar:

ID : diameter dalam *shell*

Hs : tinggi *shell*

Hk : tinggi konis

Hn : tinggi *nozzle*

IDn : diameter dalam *nozzle*

$$H_n (\text{tinggi nozzle}) = \frac{ID_n}{2 \cdot \tan \alpha}$$

$$H_k (\text{tinggi konis}) = \frac{ID}{2 \cdot \tan \alpha} - H_n = \frac{ID - ID_n}{2 \cdot \tan \alpha}$$

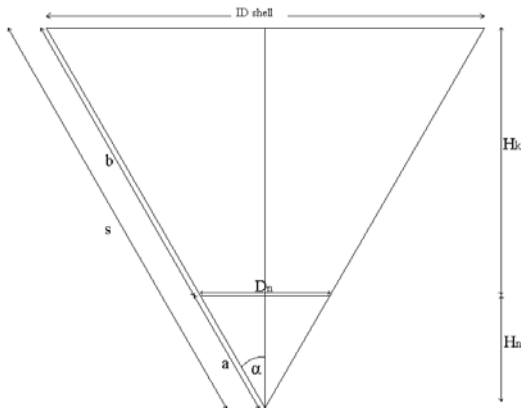
d. Menghitung volume *head*

$$\text{Volume head} = 0,49 \cdot 10^{-4} \cdot ID^3 \quad (\text{Pers 5.11, Brownell and Young})$$

e. Menghitung volume *shell*

$$\text{Volume shell} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot H = \frac{1,5\pi}{4} \cdot ID^3$$

f. Menghitung volume konis



Asumsi diameter *nozzle* (Dn) yang digunakan = 0.1 meter

$$\begin{aligned} \text{Volume konis} &= \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID^2 \cdot (H_k + H_n) - \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID_n^2 \cdot H_n \\ &= \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID^2 \cdot \left(\frac{ID_{\text{shell}} - ID_n}{2 \cdot \tan 60} + \frac{ID_n}{2 \cdot \tan 60} \right) - \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID_n^2 \cdot \frac{ID_n}{2 \cdot \tan 60} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\pi}{24 \cdot \tan 60} (ID^3 - ID_n^3) \\
 &= \frac{\pi}{24 \cdot \tan 60} (ID^3 - 0,1^3) \\
 &= 0,075536 \cdot ID^3 - 0,0075536 \times 0,1^3
 \end{aligned}$$

Maka, ID dari tangki dapat dihitung dengan :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Tangki} &= \text{Volume Head} + \text{Volume Shell} + \text{Volume Konis} \\
 5,5 \text{ m}^3 &= 0,49 \cdot 10^{-4} \cdot ID^3 + \frac{1,495\pi}{4} \cdot ID^3 + 0,075536 \cdot ID^3 - 0,0075536 \times 0,1^3 \\
 ID &= 1,64 \text{ meter} = 64,57 \text{ inch}
 \end{aligned}$$

$$\frac{H}{ID} = 1,495 \rightarrow H = 2,45 \text{ m} = 96,46 \text{ inch}$$

$$\text{Tinggi nozzle} = H_n = \frac{ID_n}{2 \cdot \tan \alpha} = 0,0473 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi konis} = H_k = \frac{ID}{2 \cdot \tan \alpha} - H_n = \frac{ID - ID_n}{2 \cdot \tan \alpha} = 0,426 \text{ m}$$

$$\text{Volume shell} = \frac{1,495\pi}{4} \cdot ID^3 = 1,926 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume konis} &= 0,075536 \cdot ID^3 - 0,0075536 \times 0,1^3 \\
 &= 0,333 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Asumsi volume konis = volume bahan dalam konis

$$\begin{aligned}
 \text{Volume bahan dalam shell} &= \text{Volume bahan masuk} - \text{Volume bahan dalam konis} \\
 &= 5,5 \text{ m}^3 - 0,333 \text{ m}^3 \\
 &= 5,167 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume bahan dalam shell} &= \frac{\pi}{4} \cdot ID_{shell}^2 \cdot H \\
 5,167 \text{ m}^3 &= \frac{\pi}{4} \times 1,64^2 \times H_{\text{bahan dalam shell}}
 \end{aligned}$$

$$H_{\text{bahan dalam shell}} = 2,446 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total tinggi bahan dalam tangki} &= H_{\text{bahan dalam shell}} + H_{\text{konis}} \\
 &= 2,446 \text{ m} + 0,333 \text{ m} \\
 &= 2,78 \text{ m} = 9,121 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Menentukan tebal *shell* :

$$P \text{ hidrostatik} = \frac{\rho_{\text{campuran}} \times \text{total tinggi bahan}}{144} \quad (\text{Persamaan. 3.17, Brownell and Young})$$

$$= \frac{41,518 \text{ lb/ft}^3 \times 9,121 \text{ ft}}{144}$$

$$= 2,63 \text{ psia}$$

$$P \text{ Operasi} = 14,7 \text{ psia}$$

$$P \text{ total} = P \text{ hidrostatik} + P \text{ Operasi}$$

$$= 2,63 \text{ psia} + 14,7 \text{ psia}$$

$$= 17,33 \text{ psia}$$

$$P \text{ design} = 1,1 \times P \text{ total} = 1,1 \times 17,33 = 19,063 \text{ psia}$$

$$\text{tebal } shell = \frac{P \cdot ID_{shell}}{2 \cdot f_{ALL} \cdot E} + c \quad (\text{Persamaan 3.16, Brownell and Young})$$

dimana,

$$P = \text{tekanan design} = 19,063 \text{ psia}$$

$$ID_{shell} = \text{diameter } shell = 64,57 \text{ in}$$

$$f_{ALL} = \text{allowable stress} = 18.750 \text{ lb/in}^2 \text{ (Stainless steel SS-316 food grade)}$$

$$E = \text{efisiensi sambungan} = 80 \%$$

(double welded butt joint) (Tabel 13.2, Brownell and Young)

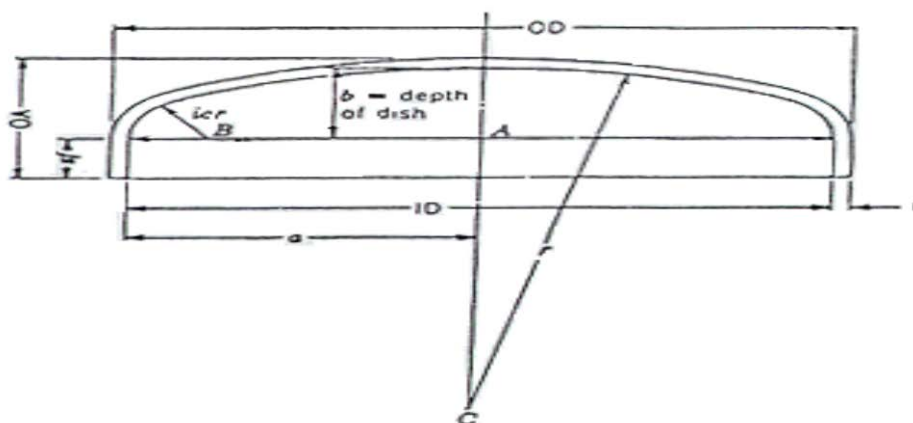
$$c = \text{corrosion allowance} = 1/8 \text{ in}$$

$$\text{Tebal } shell = \frac{19,063 \text{ psia} \times 64,57 \text{ in}}{2 \times 18750 \text{ lb/in}^2 \times 0,8} + \frac{1}{8}$$

$$= 0,166 \text{ in}$$

Tebal *plate* komersial yang mendekati adalah 3/16 in = 0,1875 in

Bagian tutup tangki (*head*)



Tebal *head* = 3/16 in = 0,1875 in (App. E ,Item 2, Brownell and Young)

Tebal tutup diambil sama dengan tebal shell karena mempertimbangkan faktor keamanan mengingat tebal shell diperhitungkan dengan menggunakan tekanan desain.

$$a = \frac{ID}{2} = 32,285 \text{ in} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$r = ID = 64,75 \text{ in} \quad (\text{Tabel 5.7, Brownell and Young})$$

$$icr = 6\% \times ID = 3,885 \text{ in} \quad (\text{Tabel 5.7, Brownell and Young})$$

$$AB = a - icr = 28,4 \text{ in} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$BC = r - icr = 60,865 \text{ in} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$AC = (BC^2 - AB^2)^{0,5} = 53,833 \text{ in} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$b = r - AC = 10,917 \text{ inch} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$\text{Panjang straight flange} = 2 \text{ in} = 0,0508 \text{ m} \quad (\text{Tabel 5.8, Brownell and Young})$$

$$\begin{aligned} \text{tinggi head} &= \text{tebal head} + b + \text{panjang straight flange} \\ &= 0,1875 \text{ in} + 10,917 \text{ in} + 2 \text{ in} \\ &= 13,105 \text{ in} = 0,333 \text{ m} \end{aligned}$$

Bagian badan tangki (*shell*)

$$\begin{aligned} \text{OD (diameter luar shell)} &= ID + 2 \times \text{tebal shell} \\ &= 1,973 = 77,677 \text{ inch} \end{aligned}$$

Bagian dasar tangki (konis)

$$\text{Tebal konis} = \frac{P \cdot ID_{shell}}{2 \cos \alpha (f_{all} \cdot E - 0,6P)} + C$$

$$\text{Tebal konis} = 0,0156 \text{ inch}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi tangki} &= \text{tinggi head} + \text{tinggi shell} + \text{tinggi konis} + \text{tinggi nozzle} \\ &= 13,105 \text{ in} + 94,46 \text{ in} + 16,772 \text{ in} + 1.1365 \text{ in} \\ &= 125,474 \text{ in} = 3,187 \text{ meter} \end{aligned}$$

5. Tangki Penampungan Minyak Goreng (F-312)

Fungsi : Menampung minyak goreng yang akan digunakan

Kondisi operasi : Suhu 30°C, P = 1 atm

Waktu simpan : 3 hari

Bahan konstruksi : *Stainless steel* SA – 240 (Tipe 304 Grade C)

Dasar perhitungan :

- Jumlah tangki = 3 buah
- Massa = 21.640,71 Kg/hari : 3 tangki/hari = 7.213,57 Kg/tangki
- Densitas = 885 Kg/m³ = 55,25 lbm/ft³

Perhitungan :

$$\text{Volume minyak goreng} = \frac{7.213,57 \text{ kg/hari}}{885 \text{ kg/m}^3}$$

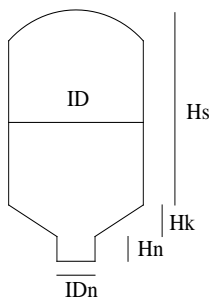
$$= 8,15 \text{ m}^3/\text{hari /tangki}$$

$$\text{Volume tangki} = 1,1 \times 8,15 \text{ m}^3$$

$$= 8,97 \text{ m}^3$$

Ditetapkan (Brownell & Young, 1959) :

- Bahan konstruksi tangki adalah *stainless steel* SA-240 (tipe 304 grade C)
- *Allowable stress value* (f) dari SA-240 adalah 18750 psi
- Las yang digunakan adalah *double welded joint* dengan efisiensi (E) 0,8
- *Corrossion allowance* (c) adalah 0,125 in
- $H_{shell}/D_{shell} = 1,495/1$
- Sudut konis (2α) = 120°



Keterangan gambar:

ID : diameter dalam *shell*

Hs : tinggi *shell*

Hk : tinggi konis

Hn : tinggi *nozzle*

IDn : diameter dalam *nozzle*

$$Hn \text{ (tinggi nozzle)} = \frac{IDn}{2 \cdot \tan \alpha}$$

$$Hk \text{ (tinggi konis)} = \frac{ID}{2 \cdot \tan \alpha} - Hn = \frac{ID - IDn}{2 \cdot \tan \alpha}$$

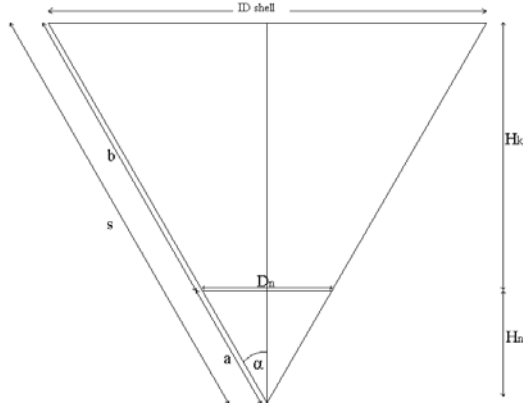
g. Menghitung volume *head*

$$\text{Volume head} = 0,49 \cdot 10^{-4} \cdot ID^3 \quad (\text{Pers 5.11, Brownell and Young})$$

h. Menghitung volume *shell*

$$\text{Volume shell} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot H = \frac{1,5\pi}{4} \cdot ID^3$$

i. Menghitung volume konis



Asumsi diameter *nozzle* (D_n) yang digunakan = 0.1 meter

$$\begin{aligned} \text{Volume konis} &= \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID^2 \cdot (H_k + H_n) - \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID_n^2 \cdot H_n \\ &= \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID^2 \cdot \left(\frac{ID_{\text{shell}} - ID_n}{2 \cdot \tan 60} + \frac{ID_n}{2 \cdot \tan 60} \right) - \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID_n^2 \cdot \frac{ID_n}{2 \cdot \tan 60} \\ &= \frac{\pi}{24 \cdot \tan 60} (ID^3 - ID_n^3) \\ &= \frac{\pi}{24 \cdot \tan 60} (ID^3 - 0,1^3) \\ &= 0,075536 \cdot ID^3 - 0,0075536 \times 0,1^3 \end{aligned}$$

Maka, ID dari tangki dapat dihitung dengan :

$$\text{Volume Tangki} = \text{Volume Head} + \text{Volume Shell} + \text{Volume Konis}$$

$$8,97 \text{ m}^3 = 0,49 \cdot 10^{-4} \cdot ID^3 + \frac{1,495\pi}{4} \cdot ID^3 + 0,075536 \cdot ID^3 - 0,0075536 \times 0,1^3$$

$$ID = 1,93 \text{ meter} = 75,99 \text{ inch}$$

$$\frac{H}{ID} = 1,495 \rightarrow H = 2,89 \text{ m} = 113,79 \text{ inch}$$

$$\text{Tinggi nozzle} = H_n = \frac{ID_n}{2 \cdot \tan \alpha} = 0,0473 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi konis} = H_k = \frac{ID}{2 \cdot \tan \alpha} - H_n = \frac{ID - ID_n}{2 \cdot \tan \alpha} = 0,528 \text{ m}$$

$$\text{Volume shell} = \frac{1,495\pi}{4} \cdot \text{ID}^3 = 8,44 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Volume konis} &= 0,075536 \cdot \text{ID}^3 - 0,0075536 \times 0,1^3 \\ &= 0,543 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Asumsi volume konis = volume bahan dalam konis

$$\begin{aligned} \text{Volume bahan dalam shell} &= \text{Volume bahan masuk} - \text{Volume bahan dalam konis} \\ &= 8,97 \text{ m}^3 - 0,543 \text{ m}^3 \\ &= 8,427 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume bahan dalam shell} &= \frac{\pi}{4} \cdot \text{ID}_{shell}^2 \cdot H \\ 8,427 \text{ m}^3 &= \frac{\pi}{4} \times 1,93^2 \times H_{bahan \text{ dalam shell}} \end{aligned}$$

$$H_{bahan \text{ dalam shell}} = 2,881 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Total tinggi bahan dalam tangki} &= H_{bahan \text{ dalam shell}} + H_{konis} \\ &= 2,881 \text{ m} + 0,543 \text{ m} \\ &= 3,424 \text{ m} = 11,234 \text{ ft} \end{aligned}$$

Menentukan tebal shell :

$$P_{hidrostatik} = \frac{\rho_{campuran} \times \text{total tinggi bahan}}{144} \quad (\text{Persamaan 3.17, Brownell and Young})$$

$$= \frac{55,25 \text{ lb/ft}^3 \times 11,234 \text{ ft}}{144}$$

$$= 4,31 \text{ psia}$$

$$P_{Operasi} = 14,7 \text{ psia}$$

$$P_{total} = P_{hidrostatik} + P_{Operasi}$$

$$= 4,31 \text{ psia} + 14,7 \text{ psia}$$

$$= 19,01 \text{ psia}$$

$$P_{design} = 1,1 \times P_{total} = 1,1 \times 19,01 = 20,91 \text{ psia}$$

$$\text{tebal shell} = \frac{P \cdot \text{ID}_{shell}}{2 \cdot f_{ALL} \cdot E} + c \quad (\text{Persamaan 3.16, Brownell and Young})$$

dimana,

$$P = \text{tekanan design} = 20,91 \text{ psia}$$

$$\text{ID}_{shell} = \text{diameter shell} = 75,99 \text{ in}$$

$$f_{ALL} = \text{allowable stress} = 18.750 \text{ lb/in}^2 \text{ (Stainless steel SS-316 food grade)}$$

E = efisiensi sambungan = 80 %

(double welded butt joint)

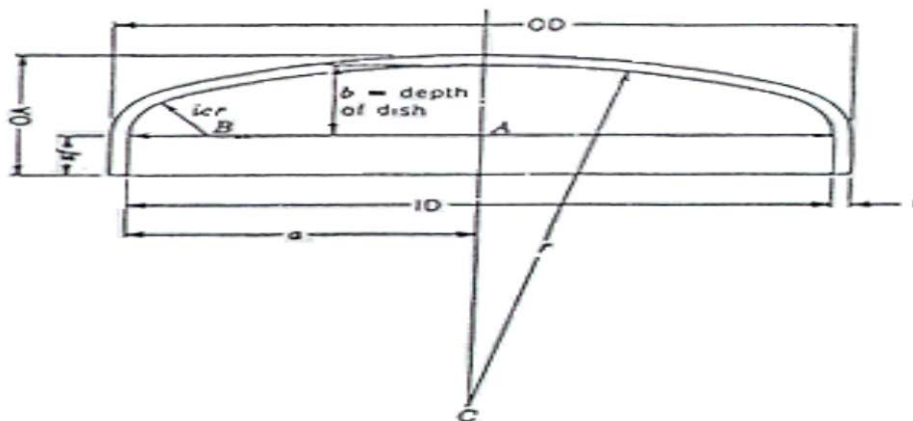
(Tabel 13.2, Brownell and Young)

c = corrosion allowance = 1/8 in

$$\begin{aligned} \text{Tebal shell} &= \frac{20,91 \text{ psia} \times 75,99 \text{ in}}{2 \times 18750 \text{ lb/in}^2 \times 0,8} + \frac{1}{8} \\ &= 0,178 \text{ in} \end{aligned}$$

Tebal plate komersial yang mendekati adalah 3/16 in = 0,1875 in

Bagian tutup tangki (head)



Tebal head = 3/16 in = 0,1875 in (App. E ,Item 2, Brownell and Young)

Tebal tutup diambil sama dengan tebal shell karena mempertimbangkan faktor keamanan mengingat tebal shell diperhitungkan dengan menggunakan tekanan desain.

$$a = \frac{ID}{2} = 37,99 \text{ in} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$r = ID = 75,99 \text{ in} \quad (\text{Tabel 5.7, Brownell and Young})$$

$$icr = 6\% \times ID = 4,56 \text{ in} \quad (\text{Tabel 5.7, Brownell and Young})$$

$$AB = a - icr = 33,43 \text{ in} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$BC = r - icr = 71,43 \text{ in} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$AC = (BC^2 - AB^2)^{0,5} = 63,12 \text{ in} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$b = r - AC = 12,87 \text{ inch} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$\text{Panjang straight flange} = 2 \text{ in} = 0,0508 \text{ m} \quad (\text{Tabel 5.8, Brownell and Young})$$

$$\text{tinggi head} = \text{tebal head} + b + \text{panjang straight flange}$$

$$= 0,1875 \text{ in} + 12,87 \text{ in} + 2 \text{ in}$$

$$= 15,06 \text{ in} = 0,382 \text{ m}$$

Bagian badan tangki (*shell*)

$$\begin{aligned}\text{OD (diameter luar shell)} &= \text{ID} + 2 \times \text{tebal shell} \\ &= 1,94 \text{ m} = 76,37 \text{ inch}\end{aligned}$$

Bagian dasar tangki (konis)

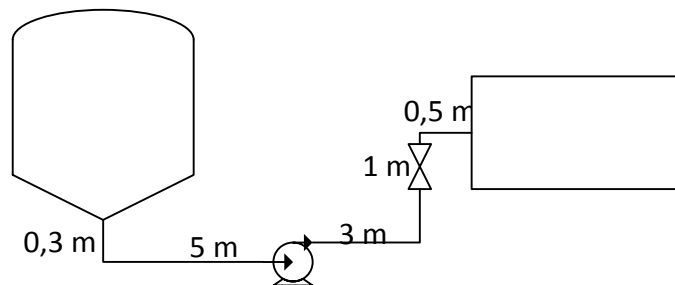
$$\text{Tebal konis} = \frac{P \cdot \text{IDshell}}{2 \cos \alpha (f_{\text{all}} \cdot E - 0,6P)} + C$$

$$\text{Tebal konis} = 0,0156 \text{ inch}$$

$$\begin{aligned}\text{Tinggi tangki} &= \text{tinggi head} + \text{tinggi shell} + \text{tinggi konis} + \text{tinggi nozzle} \\ &= 15,06 \text{ in} + 113,79 \text{ in} + 20,59 \text{ in} + 1.1365 \text{ in} \\ &= 150,58 \text{ in} = 3,825 \text{ meter}\end{aligned}$$

6. Pompa Sentrifugal (L-313)

Feed	= 21.640,71 Kg/hari
1 hari	= 3 batch
Laju feed	= 7.213,57 Kg/batch
Waktu operasi	= 0,2 jam/batch
ρ palm oil (30°C)	= 885 kg/m ³ = 55,25 lb/ft ³



Gambar skema aliran pompa

Perhitungan:

$$\begin{aligned}\mu_{\text{feed}} &= 0,324 \times (\rho_{\text{feed}})^{0,5} \\ &= 0,324 \times (55,25)^{0,5} \\ &= 2,41 \text{ lb.ft/jam} = 0,001 \text{ Kg.m/s}\end{aligned}$$

$$Q_f = \frac{\text{massa}}{\rho} = \frac{10,01 \text{ Kg/s}}{885 \text{ Kg/m}^3} = 0,0113 \text{ m}^3/\text{s} = 0,4 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Dari timmerhauss hal 496 didapat:

$$\begin{aligned}\text{ID opt} &= 3,9 Q_f^{0,36} \rho^{0,18} \\ &= 3,9 \times 0,4^{0,45} \times 55,25^{0,13} \\ &= 4,35 \text{ in}\end{aligned}$$

Karena ID optimum = 4,35 in maka dipilih *steel pipe* (IPS) nominal 4 in *schedule number* 40 yang memiliki:

OD pipa = 4,5 in

ID pipa = 4,026 in = 0,1023 m

Ap (luas penampang pipa) = 0,0082 m²

Kecepatan linear (v) = $\frac{qf}{A} = \frac{0,4}{0,0082} = 4,5225 \text{ m/s}$

$$\begin{aligned} N_{re} &= \frac{\rho v x ID}{\mu} \\ &= \frac{996,79 \text{ Kg/m}^3 x 4,52225 \text{ m/s} x 0,1023 \text{ m}}{0,001 \text{ Kg.m/s}} \\ &= 124.702 \quad (\text{Turbulent flow}) \end{aligned}$$

Perhitungan ΣF :

1. *Sudden contraction losses* (h_c)

$$K_c = 0,55 x (1 - \frac{A_2}{A_1})$$

Keterangan:

A_1 = luas penampang tangki

A_2 = luas penampang pipa

$$\begin{aligned} K_c &= 0,55 x (1 - \frac{0,0082}{2,92}) \\ &= 0,55 \end{aligned}$$

Karena aliran air yang melewati pipa adalah turbulen, maka $\alpha = 1$

$$\begin{aligned} h_c &= K_c x (\frac{v^2}{2 x \alpha}) \\ &= 0,55 x (\frac{1,377^2}{2 x 1}) \\ &= 0,5203 \text{ m}^2/\text{s}^2 \end{aligned}$$

2. Friksi pada pipa lurus (F_t)

Digunakan pipa *commercial steel*, $\varepsilon = 4,6 x 10^{-5} \text{ m} = 0,00015 \text{ ft}$

$$\frac{\varepsilon}{ID} = \frac{4,6 x 10^{-5}}{0,0525} = 0,0015$$

Dari gambar 2.10-3 (Geankoplis, 2003), diperoleh $f = 0,015$

Panjang pipa lurus (ΔL) = 9,8 m

Karena aliran air yang melewati pipa adalah turbulen, maka $\alpha = 1$

$$F_t = 4 \times f \times \frac{\Delta L}{D} \times \frac{v^2}{2\alpha}$$

$$= 4 \times 0,015 \times \frac{9,8 \text{ m}}{0,1023 \text{ m}} \times \frac{(1,377 \text{ m})^2}{2 \times 1}$$

$$= 5,45 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

3. Elbow 90°, *gate valve*, dan *union*

Digunakan: 3 buah elbow 90° ($n_e = 1$)

1 buah *valve wide open* ($n_v = 1$)

4 buah *union*

Dari Geankoplis, 2003; Tabel 2.10-1:

K_f elbow 90° ($K_{f_e} = 0,75$)

K_f *valve wide open* ($K_{f_v} = 0,17$)

K_f Union ($K_{f_u} = 0,04$)

$K_f = n_e \times K_{f_e} + n_v \times K_{f_v} + n_u \times K_{f_u} = 3 \times 0,75 + 1 \times 0,17 + 4 \times 0,04 = 2,58$

Karena aliran air yang melewati pipa adalah turbulen, maka $\alpha = 1$

$$h_f = K_f \times \frac{v^2}{2\alpha}$$

$$= 2,58 \times \frac{(1,377 \text{ m})^2}{2 \times 1}$$

$$= 2,447 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

4. *Sudden enlargement* (h_{ex})

$$K_{ex} = 1 \times \left(1 - \frac{A_2}{A_1}\right)^2$$

Karena A_2 memiliki nilai yang jauh lebih kecil apabila dibandingkan dengan A_1 maka $\frac{A_1}{A_2}$ dapat diabaikan. Karena aliran air yang melewati pipa adalah turbulen, maka $\alpha = 1$.

$$h_{ex} = 1 \times \left(\frac{v^2}{2\alpha}\right)$$

$$= 1 \times \left(\frac{1,377^2}{2 \cdot 1}\right)$$

$$h_{ex} = 0,949 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$\Sigma F = h_c + F_t + h_f + h_{ex} = 9,369 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

Perhitungan power pompa:

$$P_1 \text{ pompa} = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ N/m}^2$$

$$P_2 \text{ Tangki} = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ N/m}^2$$

$$Z_1 = 0,3 \text{ m}$$

$$Z_2 = 1 \text{ m}$$

$$v_1 = 0 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 1,377 \text{ m/s}$$

$$-W_s = m \left(\frac{1}{2} v_2^2 - v_1^2 \right) + g x (z_2 - z_1) + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \Sigma F$$

$$-W_s = 172,095 \text{ J/s}$$

Efisiensi pompa = 60% (Peters dan Timmerhaus, 1991) gambar 14-37

$$\text{Brake Hp} = \frac{-W_s}{\eta \cdot 1000} = 0,2868 \text{ kW} = 0,3846 \text{ hp}$$

Efisiensi motor = 80% (Peters dan Timmerhaus, 1991) gambar 14-38

$$W_p = \frac{\text{Brake HP}}{0,80} = \frac{0,3846}{0,80} = 0,48 \text{ hp} = 0,5 \text{ Hp}$$

Spesifikasi pompa ():

Jumlah	: 1 unit
Fungsi	: mengalirkan air ke mixing tank
Tipe	: pompa sentrifugal
Operasi	: Batch
Ukuran pipa	: nominal 4 sch 40
OD pipa	= 4,5 in
 ID pipa	 = 4,067 in = 0,1023 m
Efisiensi pompa	: 60%
Efisiensi motor	: 80 %
Power motor	: 0,5 hp
Bahan konstruksi	: <i>stainless steel</i>

7. Roll Press Machine (C-120)

Fungsi	: Memipihkan adonan menjadi lapisan tipis
Dasar Pemilihan	: Dapat memipihkan adonan mie dalam waktu cepat dan kapasitas yang besar.
Tipe	: 8 roll press ganda
Sumber	: Wuhan G Young Industry & Trade Co., LTD
Kapasitas	: 1.750 kg/jam
Panjang	: 8,1 m
Lebar	: 0,56 m
Tinggi	: 1,75 m
Power	: 8 kw
Jumlah	: 1 buah



Gambar Roll Press

8. Slitter (X-121)

Fungsi	: Membentuk adonan mie menjadi untaian panjang dan keriting
Dasar Pemilihan	: Mencetak mie dalam waktu cepat dan kapasitas yang besar.
Sumber	: Wuhan G Young Industry & Trade Co., LTD
Panjang	: 0,1 m
Lebar	: 0,56 m
Tinggi	: 1,75 m
Power	: 1 kw
Jumlah	: 1 buah



Gambar alat slitter

9. Steam Box (Pengukusan) (E-210)

Fungsi	: Mengukus untaian mie
Dasar Pemilihan	: Mengukus untaian mie dalam waktu yang cepat dan kapasitas besar.
Tipe	: <i>Direct contact steam box</i>
Sumber	: Wuhan G Young Industry & Trade Co., LTD
Kapasitas	: 2.000 kg/jam
Panjang	: 15 m
Lebar	: 0,75 m
Tinggi	: 2 m
Power	: 2 kw
Jumlah	: 1 buah



Gambar steam box

10. Cutting and Folding (C-211)

Fungsi	: Melipat dan memotong untaian mie
Dasar Pemilihan	: Mencetak mie dalam waktu yang cepat dan kapasitas besar.
Sumber	: Wuhan G Young Industry & Trade Co., LTD
Kapasitas	: 2.000 kg/jam
Panjang	: 2 m

Lebar	: 1 m
Tinggi	: 1,5 m
Power	: 6 kw
Jumlah	: 1 buah



Gambar Cutting and Molding Machine

11. Fryer Machine (Q-310)

Fungsi	: Menggoreng mie dalam kapasitas besar
Dasar Pemilihan	: Dapat menggoreng mie dengan efisien
Tipe	: <i>Deep Frying Machine Box</i>
Sumber	: Heshan Machinery Co., LTD
Kapasitas	: 2.000 kg/jam
Panjang	: 15 m
Lebar	: 1 m
Tinggi	: 2,5 m
Power	: 1 kw
Jumlah	: 1 buah



Gambar fryer machine

12. Cooling Box (P-311)

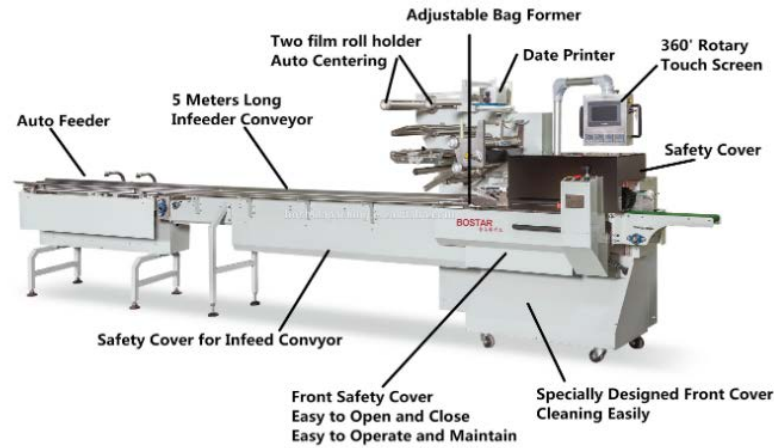
Fungsi	: Mengalirkan udara ke mie, sehingga suhu mie turun.
Dasar Pemilihan	: Mendinginkan mie dalam waktu yang cepat.
Tipe	: <i>Air blower</i>
Sumber	: Henan Dongfang Noodle Machine Group Co., LTD
Kapasitas	: 2.000 kg/jam
Panjang	: 5 m
Lebar	: 1 m
Tinggi	: 1,5 m
Power	: 4 kw
Jumlah	: 1 buah



Gambar cooling box

13. Packaging Machine (X-410)

Fungsi	: Mengemas mie dan bumbu dalam 1 bungkus plastik.
Dasar Pemilihan	: Mempermudah dan proses yang cepat serta kapasitas yang besar.
Tipe	: <i>Automatic Horizontal Packaging</i>
Sumber	: Qingdao Bostar Packing Machinery Co., LTD
Kapasitas	: 250 pcs / menit
Panjang	: 5 m
Lebar	: 1 m
Tinggi	: 1,7 m
Power	: 5,1 kw
Jumlah	: 2 buah



Gambar Packaging Machine

B. Pembuatan Bumbu

1. Tangki Penampungan Air

Fungsi : Menampung bahan baku berupa air untuk proses.

Kondisi operasi : Suhu 30°C, P = 1 atm

Bahan kontruksi : *Stainless steel* SA – 240 (Tipe 304 Grade C)

Dasar perhitungan :

- Jumlah : 2 tangki
- Massa : 5.240 Kg/hari / 2 tangki = 2.620 Kg/hari /tangki
- Waktu tinggal : 8 jam
- Densitas : 995,65 Kg/m³ = 62,156 lbm/ft³

Perhitungan :

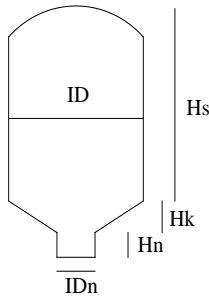
$$\begin{aligned} \text{Volume air} &= \frac{2.620 \text{ kg/hari}}{995,65 \text{ kg/m}^3} \\ &= 2,63 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tangki} &= 1,1 \times 2,63 \text{ m}^3 \\ &= 2,89 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Ditetapkan (Brownell & Young, 1959) :

- Bahan kontruksi tangki adalah *stainless steel* SA-240 (tipe 304 grade C)
- *Allowable stress value* (f) dari SA-240 adalah 18750 psi
- Las yang digunakan adalah *double welded joint* dengan efisiensi (E) 0,8
- *Corrossion allowance* (c) adalah 0,125 in

- $H_{shell}/D_{shell} = 1,495/1$
- Sudut konis (2α) = 120°



Keterangan gambar:

ID : diameter dalam *shell*

Hs : tinggi *shell*

Hk : tinggi konis

Hn : tinggi *nozzle*

IDn : diameter dalam *nozzle*

$$H_n (\text{tinggi nozzle}) = \frac{ID_n}{2 \cdot \tan \alpha}$$

$$H_k (\text{tinggi konis}) = \frac{ID}{2 \cdot \tan \alpha} - H_n = \frac{ID - ID_n}{2 \cdot \tan \alpha}$$

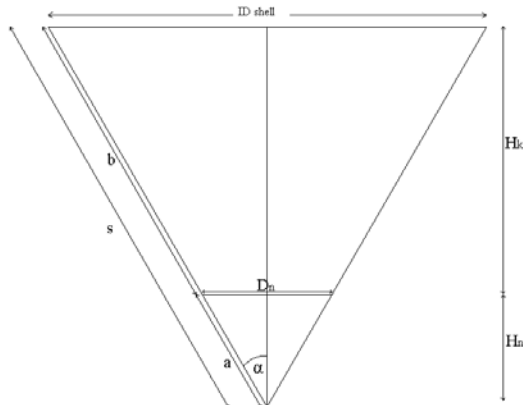
j. Menghitung volume *head*

$$\text{Volume head} = 0,49 \cdot 10^{-4} \cdot ID^3 \quad (\text{Pers 5.11, Brownell and Young})$$

k. Menghitung volume *shell*

$$\text{Volume shell} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot H = \frac{1,5\pi}{4} \cdot ID^3$$

l. Menghitung volume konis



Asumsi diameter *nozzle* (D_n) yang digunakan = 0.1 meter

$$\begin{aligned} \text{Volume konis} &= \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID^2 \cdot (H_k + H_n) - \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID_n^2 \cdot H_n \\ &= \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID^2 \cdot \left(\frac{ID_{shell} - ID_n}{2 \cdot \tan 60} + \frac{ID_n}{2 \cdot \tan 60} \right) - \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID_n^2 \cdot \frac{ID_n}{2 \cdot \tan 60} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\pi}{24 \cdot \tan 60} (ID^3 - ID_n^3) \\
 &= \frac{\pi}{24 \cdot \tan 60} (ID^3 - 0,1^3) \\
 &= 0,075536 \cdot ID^3 - 0,0075536 \times 0,1^3
 \end{aligned}$$

Maka, ID dari tangki dapat dihitung dengan :

Volume Tangki = Volume Head + Volume Shell + Volume Konis

$$2,89 \text{ m}^3 = 0,49 \cdot 10^{-4} \cdot ID^3 + \frac{1,495\pi}{4} \cdot ID^3 + 0,075536 \cdot ID^3 - 0,0075536 \times 0,1^3$$

$$ID = 1,32 \text{ meter} = 51,97 \text{ inch}$$

$$\frac{H}{ID} = 1,495 \rightarrow H = 1,97 \text{ m} = 75,2 \text{ inch}$$

$$\text{Tinggi nozzle} = H_n = \frac{ID_n}{2 \cdot \tan \alpha} = 0,0473 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi konis} = H_k = \frac{ID}{2 \cdot \tan \alpha} - H_n = \frac{ID - ID_n}{2 \cdot \tan \alpha} = 0,352 \text{ m}$$

$$\text{Volume shell} = \frac{1,495\pi}{4} \cdot ID^3 = 2,7 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume konis} &= 0,075536 \cdot ID^3 - 0,0075536 \times 0,1^3 \\
 &= 0,174 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Asumsi volume konis = volume bahan dalam konis

$$\begin{aligned}
 \text{Volume air dalam shell} &= \text{Volume air masuk} - \text{Volume air dalam konis} \\
 &= 2,63 \text{ m}^3 - 0,174 \text{ m}^3 \\
 &= 2,456 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume air dalam shell} &= \frac{\pi}{4} \cdot ID_{shell}^2 \cdot H \\
 2,456 \text{ m}^3 &= \frac{\pi}{4} \times 1,32^2 \times H_{\text{bahan dalam shell}}
 \end{aligned}$$

$$H \text{ air dalam shell} = 1,795 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total tinggi air dalam tangki} &= H \text{ bahan dalam shell} + H \text{ konis} \\
 &= 1,795 \text{ m} + 0,352 \text{ m} \\
 &= 2,147 \text{ m} = 7,05 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Menentukan tebal *shell* :

$$P \text{ hidrostatik} = \frac{\rho_{\text{campuran}} \times \text{total tinggi bahan}}{144} \quad (\text{Persamaan. 3.17, Brownell and Young})$$

$$= \frac{62,156 \text{ lb/ft}^3 \times 7,05 \text{ ft}}{144}$$

$$= 3,04 \text{ psia}$$

$$P \text{ Operasi} = 14,7 \text{ psia}$$

$$P \text{ total} = P \text{ hidrostatik} + P \text{ Operasi}$$

$$= 3,04 \text{ psia} + 14,7 \text{ psia}$$

$$= 17,74 \text{ psia}$$

$$P \text{ design} = 1,1 \times P \text{ total} = 1,1 \times 17,74 = 19,51 \text{ psia}$$

$$\text{tebal } shell = \frac{P \cdot ID_{shell}}{2 \cdot f_{ALL} \cdot E} + c \quad (\text{Persamaan 3.16, Brownell and Young})$$

dimana,

$$P = \text{tekanan design} = 19,51 \text{ psia}$$

$$ID_{shell} = \text{diameter } shell = 51,97 \text{ in}$$

$$f_{ALL} = \text{allowable stress} = 18.750 \text{ lb/in}^2 \quad (\text{Stainless steel SS-316 food grade})$$

$$E = \text{efisiensi sambungan} = 80 \%$$

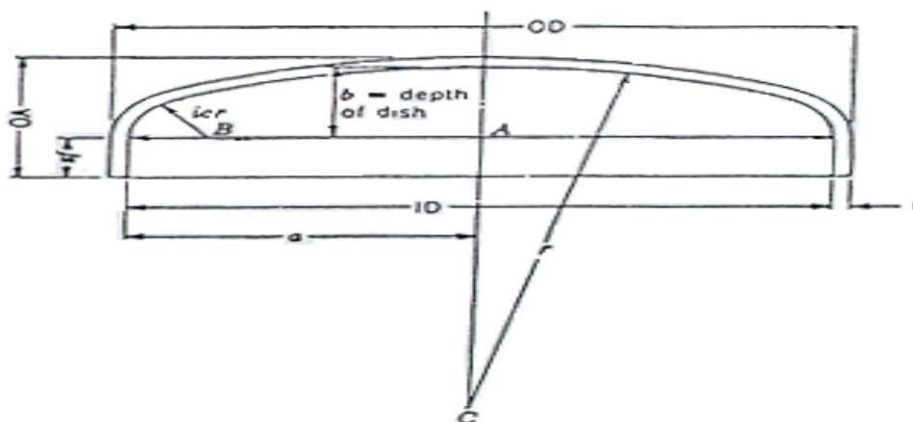
(double welded butt joint) (Tabel 13.2, Brownell and Young)

$$c = \text{corrosion allowance} = 1/8 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Tebal } shell &= \frac{19,39 \text{ psia} \times 51,97 \text{ in}}{2 \times 18750 \text{ lb/in}^2 \times 0,8} + \frac{1}{8} \\ &= 0,159 \text{ in} \end{aligned}$$

Tebal *plate* komersial yang mendekati adalah $3/16 \text{ in} = 0,1875 \text{ in}$

Bagian tutup tangki (*head*)



$$\text{Tebal } head = 3/16 \text{ in} = 0,1875 \text{ in} \quad (\text{App. E ,Item 2, Brownell and Young})$$

Tebal tutup diambil sama dengan tebal shell karena mempertimbangkan faktor keamanan mengingat tebal shell diperhitungkan dengan menggunakan tekanan desain.

$$a = \frac{ID}{2} = 25,98 \text{ in} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$r = ID = 51,97 \text{ in} \quad (\text{Tabel 5.7, Brownell and Young})$$

$$icr = 6\% \times ID = 3,12 \text{ in} \quad (\text{Tabel 5.7, Brownell and Young})$$

$$AB = a - icr = 22,87 \text{ in} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$BC = r - icr = 48,85 \text{ in} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$AC = (BC^2 - AB^2)^{0,5} = 43,17 \text{ in} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$b = r - AC = 8,8 \text{ inch} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$\text{Panjang straight flange} = 2 \text{ in} = 0,0508 \text{ m} \quad (\text{Tabel 5.8, Brownell and Young})$$

$$\text{tinggi head} = \text{tebal head} + b + \text{panjang straight flange}$$

$$= 0,1875 \text{ in} + 8,8 \text{ in} + 2 \text{ in}$$

$$= 10,988 \text{ in} = 0,279 \text{ m}$$

Bagian badan tangki (*shell*)

$$OD \text{ (diameter luar shell)} = ID + 2 \times \text{tebal shell}$$

$$= 1,33 = 52,345 \text{ inch}$$

Bagian dasar tangki (konis)

$$\text{Tebal konis} = \frac{P \cdot ID_{shell}}{2 \cos \alpha (f_{all} \cdot E - 0,6P)} + C$$

$$\text{Tebal konis} = 0,0156 \text{ inch}$$

$$\text{Tinggi tangki} = \text{tinggi head} + \text{tinggi shell} + \text{tinggi konis} + \text{tinggi nozzle}$$

$$= 10,988 \text{ in} + 61,342 \text{ in} + 13,858 \text{ in} + 1,1365 \text{ in}$$

$$= 87,325 \text{ in} = 2,22 \text{ meter}$$

2. Pompa

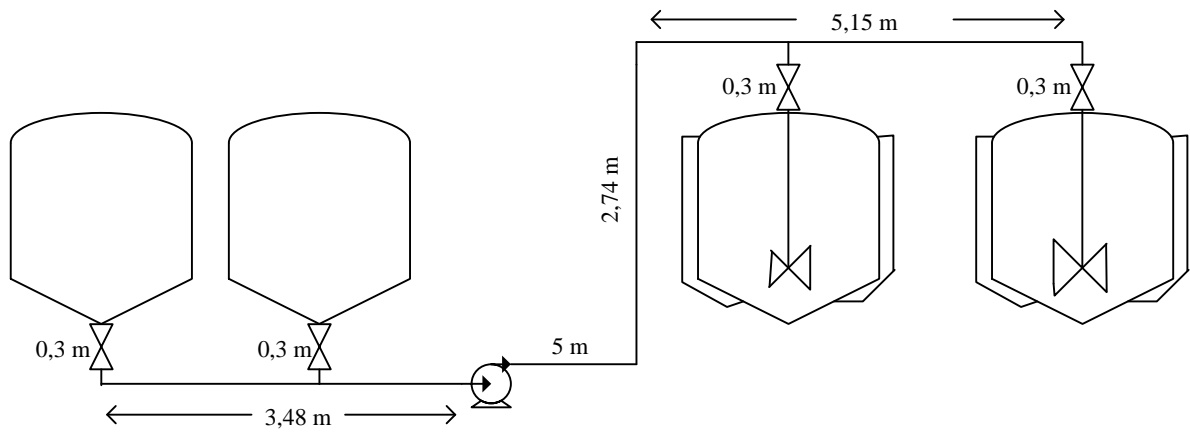
$$\text{Feed} = 5.240 \text{ Kg/hari}$$

$$1 \text{ hari} = 2 \text{ batch}$$

$$\text{Laju feed} = 2.620 \text{ Kg/batch}$$

$$\text{Waktu operasi} = 0,25 \text{ jam/batch}$$

$$\rho \text{ Air (30}^\circ\text{C)} = 996,79 \text{ kg/m}^3 = 62,23 \text{ lb/ft}^3$$



Gambar skema aliran pompa

Perhitungan:

$$\begin{aligned}\mu_{\text{feed}} &= 0,324 \times (\rho_{\text{feed}})^{0,5} \\ &= 0,324 \times (62,23)^{0,5} \\ &= 10,0813 \text{ lb. ft/jam} = 0,0042 \text{ Kg. m/s}\end{aligned}$$

$$Q_f = \frac{\text{massa}}{\rho} = \frac{2,911 \text{ Kg/s}}{996,79 \text{ Kg/m}^3} = 0,00195 \text{ m}^3/\text{s} = 0,06875 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Dari timmerhauss hal 496 didapat:

$$\begin{aligned}\text{ID}_{\text{opt}} &= 3,9 Q_f^{0,36} \rho^{0,18} \\ &= 3,9 \times 0,06875^{0,45} \times 62,23^{0,13} \\ &= 2,0002 \text{ in}\end{aligned}$$

Karena ID optimum = 2,0002 in maka dipilih *steel pipe* (IPS) nominal 2 *schedule number* 40 yang memiliki:

$$\text{OD}_{\text{pipa}} = 2,375 \text{ in}$$

$$\text{ID}_{\text{pipa}} = 2,067 \text{ in} = 0,0525 \text{ m}$$

$$A_p \text{ (luas penampang pipa)} = 0,0022 \text{ m}^2$$

$$\text{Kecepatan linear (v)} = \frac{qf}{A} = \frac{0,06875}{0,0022} = 0,899 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned}N_{\text{re}} &= \frac{\rho v x \text{ID}}{\mu} \\ &= \frac{996,79 \text{ Kg/m}^3 \times 0,899 \text{ m/s} \times 0,0525 \text{ m}}{0,0042 \text{ Kg.m/s}} \\ &= 21.391 \quad (\text{Turbulent flow})\end{aligned}$$

Perhitungan ΣF :

1. *Sudden contraction losses* (h_c)

$$K_c = 0,55 \times \left(1 - \frac{A_2}{A_1}\right)$$

Keterangan:

A_1 = luas penampang tangki

A_2 = luas penampang pipa

$$K_c = 0,55 \times \left(1 - \frac{0,0022}{1,37}\right)$$

$$= 0,55$$

Karena aliran air yang melewati pipa adalah turbulen, maka $\alpha = 1$

$$h_c = K_c \times \left(\frac{v^2}{2\alpha}\right)$$

$$= 0,55 \times \left(\frac{0,899^2}{2 \times 1}\right)$$

$$= 0,222 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

2. Friksi pada pipa lurus (F_t)

Digunakan pipa *commercial steel*, $\varepsilon = 4,6 \times 10^{-5} \text{ m} = 0,00015 \text{ ft}$

$$\frac{\varepsilon}{ID} = \frac{4,6 \times 10^{-5}}{0,0525} = 0,0029$$

Dari gambar 2.10-3 (Geankoplis, 2003), diperoleh $f = 0,015$

Panjang pipa lurus (ΔL) = 16,7 m

Karena aliran air yang melewati pipa adalah turbulen, maka $\alpha = 1$

$$F_t = 4 \times f \times \frac{\Delta L}{D} \times \frac{v^2}{2\alpha}$$

$$= 4 \times 0,015 \times \frac{16,7 \text{ m}}{0,0525 \text{ m}} \times \frac{(0,899 \text{ m})^2}{2 \times 1}$$

$$= 7,7177 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

3. Elbow 90°, *gate valve*, dan *union*

Digunakan: 4 buah elbow 90° ($n_e = 1$)

4 buah *valve wide open* ($n_v = 1$)

8 buah *union*

Dari Geankoplis, 2003; Tabel 2.10-1:

K_f elbow 90° ($K_{f_e} = 0,75$)

K_f *valve wide open* ($K_{f_v} = 0,17$)

K_f Union ($K_{f_u} = 0,04$)

$$K_f = n_e \times K_{f_e} + n_v \times K_{f_v} + n_u \times K_{f_u} = 4 \times 0,75 + 8 \times 0,17 + 4 \times 0,04 = 6$$

Karena aliran air yang melewati pipa adalah turbulen, maka $\alpha = 1$

$$\begin{aligned}
 h_f &= K_f x \frac{v^2}{2x\alpha} \\
 &= 6 x \frac{(0,899 \text{ m})^2}{2x1} \\
 &= 2,426 \text{ m}^2/\text{s}^2
 \end{aligned}$$

4. *Sudden enlargment* (h_{ex})

$$K_{ex} = 1 \times \left(1 - \frac{A_2}{A_1}\right)^2$$

Karena A_2 memiliki nilai yang jauh lebih kecil apabila dibandingkan dengan A_1 maka $\frac{A_1}{A_2}$ dapat diabaikan. Karena aliran air yang melewati pipa adalah turbulen, maka $\alpha = 1$.

$$\begin{aligned}
 h_{ex} &= 1 \times \left(\frac{v^2}{2 \cdot \alpha}\right) \\
 &= 1 \times \left(\frac{0,899^2}{2 \cdot 1}\right)
 \end{aligned}$$

$$h_{ex} = 0,404 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$\Sigma F = h_c + F_t + h_f + h_{ex} = 10,77 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

Perhitungan power pompa:

$$P_1 \text{ pompa} = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ N/m}^2$$

$$P_2 \text{ Tangki} = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ N/m}^2$$

$$Z_1 = 0,3 \text{ m}$$

$$Z_2 = 2,74 \text{ m}$$

$$v_1 = 0 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 0,899 \text{ m/s}$$

$$-W_s = m \left(\frac{1}{2x\alpha} x(v_2^2 - v_1^2) + gx(z_2 - z_1) + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \Sigma F \right)$$

$$-W_s = 102,14 \text{ J/s}$$

$$\text{Efisiensi pompa} = 40\% \quad (\text{Peters dan Timmerhaus, 1991) gambar 14-37}$$

$$\text{Brake Hp} = \frac{-W_s}{\eta \cdot 1000} = 0,2554 \text{ kW} = 0,342 \text{ hp}$$

$$\text{Efisiensi motor} = 80\% \quad (\text{Peters dan Timmerhaus, 1991) gambar 14-38}$$

$$W_p = \frac{\text{Brake HP}}{0,80} = \frac{0,342}{0,80} = 0,428 \text{ hp} = 0,5 \text{ Hp}$$

Spesifikasi pompa ():

Jumlah : 1 unit

Fungsi : mengalirkan air ke mixing tank

Tipe : pompa sentrifugal

Operasi : Batch

Ukuran pipa : nominal 2 sch 40
 OD pipa = 2,375 in
 ID pipa = 2,067 in = 0,0525 m
 Efisiensi pompa : 40%
 Efisiensi motor : 80 %
 Power motor : 0,5 hp
 Bahan konstruksi : *stainless steel*

3. Tangki Mixing / Perebusan (M-510)

Fungsi : Mencampur bahan – bahan bumbu sehingga menjadi berbentuk sup kaldu.

Dasar pemilihan : Dapat mencampur bahan – bahan bumbu dengan efisien serta dilengkapi dengan pemanas.

Kondisi operasi : Suhu 90°C, P = 1 atm

Operasi : Batch

Bahan konstruksi : *Stainless steel SA – 240 (Tipe 304 Grade C)*

Dasar perhitungan :

- Jumlah tangki = 2
- Massa satu batch = 6.107 Kg/hari : 2 tangki = 3.053,5 Kg/tangki
- Densitas campuran :

Komponen	Massa, i	Fraksi Massa, xi	ro i	xi/roi
Kaldu Tulang Sapi	610,65	0,1	881	0,000114
Bawang putih	88,54	0,0145	320	4,53E-05
Bawang merah	61,06	0,01	400	0,000025
Garam	79,38	0,013	2165	6E-06
Gula	27,48	0,0045	800	5,63E-06
Air	5239,34	0,858	965,68	0,000888
Total	6106,45	1		0,001084

$$P \text{ Campuran} = 1/0,001084 = 922,56 \text{ Kg/m}^3 = 57,59 \text{ lbm/ft}^3$$

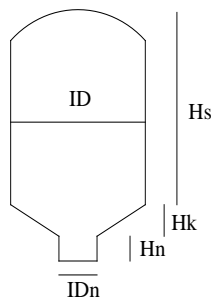
Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume campuran} &= \frac{\text{Massa campuran}}{P \text{ campuran}} \\
 &= \frac{3.053,5 \text{ kg/batch}}{922,56 \text{ kg/m}^3} \\
 &= 3,31 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume tangki} &= 1,1 \times \text{volume 1 batch} \\ &= 1,1 \times 3,31 \text{ m}^3 = 3,64 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Ditetapkan (Brownell & Young, 1959) :

- Bahan konstruksi tangki adalah *stainless steel* SA-240 (tipe 304 grade C)
- *Allowable stress value* (f) dari SA-240 adalah 18750 psi
- Las yang digunakan adalah *double welded joint* dengan efisiensi (E) 0,8
- *Corrossion allowance* (c) adalah 0,125 in
- $H_{shell}/D_{shell} = 1,495/1$
- Sudut konis (2α) = 120°



Keterangan gambar:

ID : diameter dalam *shell*

Hs : tinggi *shell*

Hk : tinggi konis

Hn : tinggi *nozzle*

IDn : diameter dalam *nozzle*

$$H_n (\text{tinggi nozzle}) = \frac{ID_n}{2 \cdot \tan \alpha}$$

$$H_k (\text{tinggi konis}) = \frac{ID}{2 \cdot \tan \alpha} - H_n = \frac{ID - ID_n}{2 \cdot \tan \alpha}$$

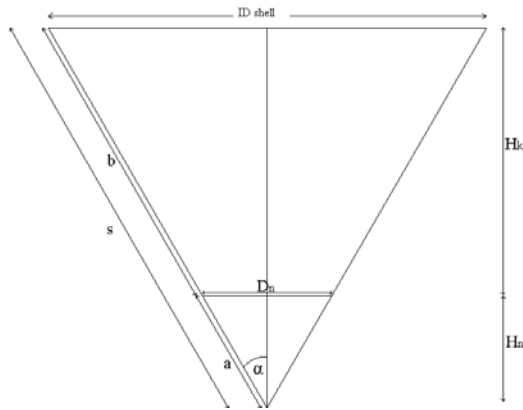
m. Menghitung volume *head*

$$\text{Volume head} = 0,49 \cdot 10^{-4} \cdot ID^3 \quad (\text{Pers 5.11, Brownell and Young})$$

n. Menghitung volume *shell*

$$\text{Volume shell} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot H = \frac{1,5\pi}{4} \cdot ID^3$$

o. Menghitung volume konis



Asumsi diameter *nozzle* (ID_n) yang digunakan = 0.1 meter

$$\begin{aligned}
 \text{Volume konis} &= \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID^2 \cdot (H_k + H_n) - \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID_n^2 \cdot H_n \\
 &= \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID^2 \cdot \left(\frac{ID_{\text{shell}} - ID_n}{2 \cdot \tan 60} + \frac{ID_n}{2 \cdot \tan 60} \right) - \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID_n^2 \cdot \frac{ID_n}{2 \cdot \tan 60} \\
 &= \frac{\pi}{24 \cdot \tan 60} (ID^3 - ID_n^3) \\
 &= \frac{\pi}{24 \cdot \tan 60} (ID^3 - 0,1^3) \\
 &= 0,075536 \cdot ID^3 - 0,0075536 \times 0,1^3
 \end{aligned}$$

Maka, ID dari tangki dapat dihitung dengan :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Tangki} &= \text{Volume Head} + \text{Volume Shell} + \text{Volume Konis} \\
 3,64 \text{ m}^3 &= 0,49 \cdot 10^{-4} \cdot ID^3 + \frac{1,495\pi}{4} \cdot ID^3 + 0,075536 \cdot ID^3 - 0,0075536 \times 0,1^3 \\
 ID &= 1,43 \text{ meter} = 56,3 \text{ inch}
 \end{aligned}$$

$$\frac{H}{ID} = 1,495 \rightarrow H = 2,14 \text{ m} = 84,26 \text{ inch}$$

$$\text{Tinggi nozzle} = H_n = \frac{ID_n}{2 \cdot \tan \alpha} = 0,0473 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi konis} = H_k = \frac{ID}{2 \cdot \tan \alpha} - H_n = \frac{ID - ID_n}{2 \cdot \tan \alpha} = 0,384 \text{ m}$$

$$\text{Volume shell} = \frac{1,495\pi}{4} \cdot ID^3 = 3,43 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Volume konis} &= 0,075536 \cdot \text{ID}^3 - 0,0075536 \times 0,1^3 \\ &= 0,221 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Asumsi volume konis = volume bahan dalam konis

$$\begin{aligned}\text{Volume bahan dalam shell} &= \text{Volume bahan masuk} - \text{Volume bahan dalam konis} \\ &= 3,31 \text{ m}^3 - 0,221 \text{ m}^3 \\ &= 3,089 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume bahan dalam shell} &= \frac{\pi}{4} \cdot \text{ID}_{shell}^2 \cdot H \\ 3,089 \text{ m}^3 &= \frac{\pi}{4} \times 1,43^2 \times H_{\text{bahan dalam shell}}\end{aligned}$$

$$H_{\text{bahan dalam shell}} = 1,92 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Total tinggi bahan dalam tangki} &= H_{\text{bahan dalam shell}} + H_{\text{konis}} \\ &= 1,92 \text{ m} + 0,384 \text{ m} \\ &= 2,31 \text{ m} = 7,58 \text{ ft}\end{aligned}$$

Menentukan tebal shell :

$$\begin{aligned}P_{\text{hidrostatik}} &= \frac{\rho_{\text{campuran}} \times \text{total tinggi bahan}}{144} \quad (\text{Persamaan. 3.17, Brownell and Young}) \\ &= \frac{57,59 \text{ lb/ft}^3 \times 7,58 \text{ ft}}{144} \\ &= 3,03 \text{ psia}\end{aligned}$$

$$P_{\text{Operasi}} = 14,7 \text{ psia}$$

$$\begin{aligned}P_{\text{total}} &= P_{\text{hidrostatik}} + P_{\text{Operasi}} \\ &= 3,03 \text{ psia} + 14,7 \text{ psia} \\ &= 17,73 \text{ psia}\end{aligned}$$

$$P_{\text{design}} = 1,1 \times P_{\text{total}} = 1,1 \times 17,73 = 19,5 \text{ psia}$$

$$\text{tebal shell} = \frac{P \cdot \text{ID}_{shell}}{2 \cdot f_{ALL} \cdot E} + c \quad (\text{Persamaan 3.16, Brownell and Young})$$

dimana,

$$P = \text{tekanan design} = 19,5 \text{ psia}$$

$$\text{ID}_{shell} = \text{diameter shell} = 56,3 \text{ in}$$

$$f_{ALL} = \text{allowable stress} = 18.750 \text{ lb/in}^2 \quad (\text{Stainless steel SS-316 food grade})$$

$$E = \text{efisiensi sambungan} = 80 \%$$

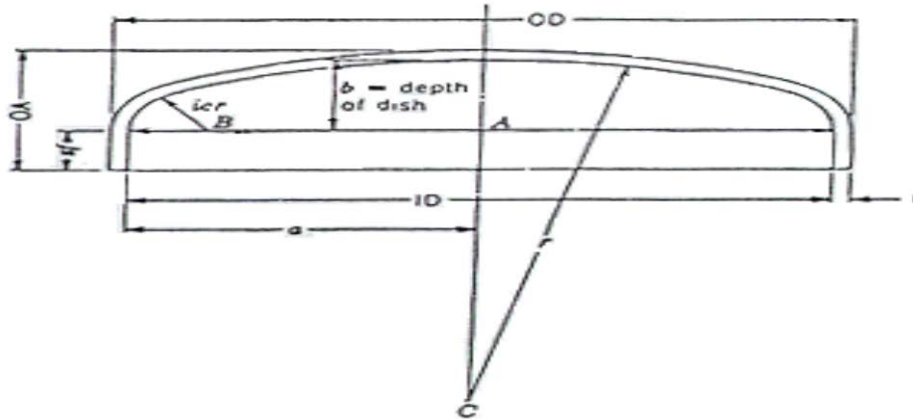
$$(\text{double welded butt joint}) \quad (\text{Tabel 13.2, Brownell and Young})$$

$$c = \text{corrosion allowance} = 1/8 \text{ in}$$

$$\begin{aligned}\text{Tebal shell} &= \frac{19,5 \text{ psia} \times 56,3 \text{ in}}{2 \times 18750 \text{ lb/in}^2 \times 0,8} + \frac{1}{8} \\ &= 0,162 \text{ in}\end{aligned}$$

Tebal *plate* komersial yang mendekati adalah 3/16 in = 0,1875 in

Bagian tutup tangki (*head*)



$$\text{Tebal head} = 3/16 \text{ in} = 0,1875 \text{ in} \quad (\text{App. E, Item 2, Brownell and Young})$$

Tebal tutup diambil sama dengan tebal shell karena mempertimbangkan faktor keamanan mengingat tebal shell diperhitungkan dengan menggunakan tekanan desain.

$$a = \frac{\text{ID}}{2} = 28,15 \text{ in} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$r = \text{ID} = 56,3 \text{ in} \quad (\text{Tabel 5.7, Brownell and Young})$$

$$\text{icr} = 6\% \times \text{ID} = 3,38 \text{ in} \quad (\text{Tabel 5.7, Brownell and Young})$$

$$\text{AB} = a - \text{icr} = 24,77 \text{ in} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$\text{BC} = r - \text{icr} = 52,92 \text{ in} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$\text{AC} = (\text{BC}^2 - \text{AB}^2)^{0,5} = 46,77 \text{ in} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$b = r - \text{AC} = 9,53 \text{ inch} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$\text{Panjang straight flange} = 2 \text{ in} = 0,0508 \text{ m} \quad (\text{Tabel 5.8, Brownell and Young})$$

$$\text{tinggi head} = \text{tebal head} + b + \text{panjang straight flange}$$

$$= 0,1875 \text{ in} + 9,53 \text{ in} + 2 \text{ in}$$

$$= 11,72 \text{ in} = 0,298 \text{ m}$$

Bagian badan tangki (*shell*)

$$\text{OD (diameter luar shell)} = \text{ID} + 2 \times \text{tebal shell}$$

$$= 1,44 = 56,68 \text{ inch}$$

Bagian dasar tangki (*konis*)

$$\text{Tebal konis} = \frac{P \cdot \text{ID}_{\text{shell}}}{2 \cos \alpha (f_{\text{all}} E - 0,6P)} + C$$

$$\text{Tebal konis} = 0,0156 \text{ inch}$$

$$\text{Tinggi tangki} = \text{tinggi head} + \text{tinggi shell} + \text{tinggi konis} + \text{tinggi nozzle}$$

$$= 11,72 \text{ in} + 84,26 \text{ in} + 15,12 \text{ in} + 1.1365 \text{ in}$$

$$= 112,24 \text{ in} = 2,85 \text{ meter}$$

Perencanaan pengaduk

Digunakan pengaduk jenis *high efficiency impeller*

D impeller = 1/10 – 1/3 tangki

$$\text{Diambil D impeller } 1/3 \text{ D tangki} = 1/3 \times 4,69 = 1,56 \text{ ft} = 0,477 \text{ m}$$

$$\text{Jarak impeller ke dasar tangki} = 0,5 \times \text{D imp} = 0,5 \times 1,56 = 0,78 \text{ ft}$$

Kecepatan putaran pengaduk

$$N = \left(\frac{WELH}{2Da} \right)^{0,5} \cdot \left(\frac{600}{\pi Da} \right)$$

WELH = Water Equivalent Liquid Height

$$= \frac{\rho_{\text{bahan}}}{\rho_{\text{air}}} \times Dt$$

$$= \frac{922,56}{965,3} \times 1,56$$

$$= 1,49 \text{ ft}$$

$$N = \left(\frac{1,49}{2,1,56} \right)^{0,5} \cdot \left(\frac{600}{\pi,1,56} \right) = 84,61 \text{ rpm} = 1,41 \text{ rps}$$

$$N_{re} = \frac{Da^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu} = \frac{0,477^2 \cdot 1,41 \cdot 922,56}{2,11 \cdot 10^{-3}} = 140.271$$

Dari gambar 3.4-4 Geankoplis didapat : $N_p = 1$

$$\begin{aligned} \text{Power} &= N_p \cdot \rho \cdot N^3 \cdot Da^5 = 1 \cdot 922,56 \cdot (1,41)^3 \cdot 0,477^5 \\ &= 63,86 \text{ J/s} \\ &= 63,86 \times 10^{-3} \text{ kW} \quad (86,83 \times 10^{-3} \text{ Hp}) \end{aligned}$$

$$\text{Gland loses} = 0,5 \text{ Hp}$$

$$\text{Power input} = 86,83 \times 10^{-3} + 0,5 = 0,586 \text{ Hp}$$

$$\text{Transmission system loses} = 20\% \text{ Total Hp}$$

$$\text{Total power yang digunakan} = 0,5 + 0,2 \times 0,586 = 0,62 \text{ Hp}$$

a. Menghitung luas perpindahan panas

Luas perpindahan panas yang tersedia

A = Luas selimut reaktor

$$= \pi \times OD \times HL$$

Diketahui :

$$OD = 56,68 \text{ in}$$

$$= 4,72 \text{ ft}$$

$$HL = 7,58 \text{ ft}$$

$$A = 112,4 \text{ ft}^2$$

Luas perpindahan panas yang dibutuhkan

Dipilih $UD = 100 \text{ Btu/h ft}^2 \text{ F (Kern)}$

Dari perhitungan neraca energi tangki pengaduk diketahui bahwa Q yang harus diberikan adalah $306.600 \text{ kJ /hari} = 290.601 \text{ Btu/jam}$

$$t_{\text{masuk}} = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$= 212 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$T_{\text{keluar}} = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$= 212 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

Kebutuhan pemanas :

$$m = 306.600 \text{ kJ/hari}$$

$$= 290.601 \text{ Btu/hari}$$

Diasumsikan bahwa temperatur dinding shell mixer sama dengan temperatur liquid dalam mixer yaitu 100°C .

Maka:

$$\Delta T_{\text{rata-rata}} = \frac{100+90}{2}$$

$$= 95 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$A = \frac{Q}{(UD \times \Delta T_{\text{rata}})} = \frac{290.601}{(100 \times 95)} = 30,59 \text{ ft}^2$$

Karena luas perpindahan panas yang dibutuhkan lebih kecil dari luas perpindahan panas yang tersedia ($30,59 \text{ ft}^2 < 112,4 \text{ ft}^2$) maka jaket pemanas layak untuk digunakan.

4. Pompa

$$\text{Feed} = 5.240 \text{ Kg/hari}$$

$$1 \text{ hari} = 2 \text{ batch}$$

$$\text{Laju feed} = 2.620 \text{ Kg/batch}$$

$$\text{Waktu operasi} = 0,25 \text{ jam/batch}$$

$$\rho \text{ Air (30}^{\circ}\text{C)} = 996,79 \text{ kg/m}^3 = 62,23 \text{ lb/ft}^3$$

Perhitungan:

$$\begin{aligned} \mu \text{ feed} &= 0,324 \times (\rho \text{ feed})^{0,5} \\ &= 0,324 \times (62,23)^{0,5} \\ &= 10,0813 \text{ lb. ft/jam} = 0,0042 \text{ Kg. m/s} \end{aligned}$$

$$Q_f = \frac{\text{massa}}{\rho} = \frac{2,911 \text{ Kg/s}}{996,79 \text{ Kg/m}^3} = 0,00195 \text{ m}^3/\text{s} = 0,06875 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Dari timmerhauss hal 496 didapat:

$$\begin{aligned} \text{ID opt} &= 3,9 Q_f^{0,36} \rho^{0,18} \\ &= 3,9 \times 0,06875^{0,45} \times 62,23^{0,13} \end{aligned}$$

$$= 2,0002 \text{ in}$$

Karena ID optimum = 2,0002 in maka dipilih *steel pipe* (IPS) nominal 2 *schedule number* 40 yang memiliki:

$$\text{OD pipa} = 2,375 \text{ in}$$

$$\text{ID pipa} = 2,067 \text{ in} = 0,0525 \text{ m}$$

$$A_p (\text{luas penampang pipa}) = 0,0022 \text{ m}^2$$

$$\text{Kecepatan linear (v)} = \frac{qf}{A} = \frac{0,06875}{0,0022} = 0,899 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned} N_{re} &= \frac{\rho v x ID}{\mu} \\ &= \frac{996,79 \text{ Kg/m}^3 x 0,899 \text{ m/s} x 0,0525 \text{ m}}{0,0042 \text{ Kg.m/s}} \\ &= 21.391 \quad (\text{Turbulent flow}) \end{aligned}$$

Perhitungan ΣF :

1. *Sudden contraction losses* (h_c)

$$K_c = 0,55 x (1 - \frac{A_2}{A_1})$$

Keterangan:

A_1 = luas penampang tangki

A_2 = luas penampang pipa

$$\begin{aligned} K_c &= 0,55 x (1 - \frac{0,0022}{1,37}) \\ &= 0,55 \end{aligned}$$

Karena aliran air yang melewati pipa adalah turbulen, maka $\alpha = 1$

$$\begin{aligned} h_c &= K_c x (\frac{v^2}{2 x \alpha}) \\ &= 0,55 x (\frac{0,899^2}{2 x 1}) \\ &= 0,222 \text{ m}^2/\text{s}^2 \end{aligned}$$

2. Friksi pada pipa lurus (F_t)

Digunakan pipa *commercial steel*, $\varepsilon = 4,6 x 10^{-5} \text{ m} = 0,00015 \text{ ft}$

$$\frac{\varepsilon}{ID} = \frac{4,6 x 10^{-5}}{0,0525} = 0,0029$$

Dari gambar 2.10-3 (Geankoplis, 2003), diperoleh $f = 0,015$

Panjang pipa lurus (ΔL) = 16,7 m

Karena aliran air yang melewati pipa adalah turbulen, maka $\alpha = 1$

$$\begin{aligned} F_t &= 4 x f x \frac{\Delta L}{D} x \frac{v^2}{2 \alpha} \\ &= 4 x 0,015 x \frac{16,7 \text{ m}}{0,0525 \text{ m}} x \frac{(0,899 \text{ m})^2}{2 x 1} \\ &= 7,7177 \text{ m}^2/\text{s}^2 \end{aligned}$$

3. Elbow 90°, *gate valve*, dan *union*

Digunakan: 4 buah elbow 90° ($n_e = 1$)

4 buah *valve wide open* ($n_v = 1$)

8 buah *union*

Dari Geankoplis, 2003; Tabel 2.10-1:

Kf elbow 90° ($K_{f_e} = 0,75$)

Kf *valve wide open* ($K_{f_v} = 0,17$)

Kf Union ($K_{f_u} = 0,04$)

$$K_f = n_e \times K_{f_e} + n_v \times K_{f_v} + n_u \times K_{f_u} = 4 \times 0,75 + 8 \times 0,17 + 4 \times 0,04 = 6$$

Karena aliran air yang melewati pipa adalah turbulen, maka $\alpha = 1$

$$\begin{aligned} h_f &= K_f \times \frac{v^2}{2\alpha} \\ &= 6 \times \frac{(0,899 \text{ m})^2}{2 \times 1} \\ &= 2,426 \text{ m}^2/\text{s}^2 \end{aligned}$$

4. *Sudden enlargment* (h_{ex})

$$K_{ex} = 1 \times \left(1 - \frac{A_2}{A_1}\right)^2$$

Karena A_2 memiliki nilai yang jauh lebih kecil apabila dibandingkan dengan A_1 maka $\frac{A_1}{A_2}$ dapat diabaikan. Karena aliran air yang melewati pipa adalah turbulen, maka $\alpha = 1$.

$$\begin{aligned} h_{ex} &= 1 \times \left(\frac{v^2}{2\alpha}\right) \\ &= 1 \times \left(\frac{0,899^2}{2 \times 1}\right) \end{aligned}$$

$$h_{ex} = 0,404 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$\Sigma F = h_c + F_t + h_f + h_{ex} = 10,77 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

Perhitungan power pompa:

$$P_1 \text{ pompa} = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ N/m}^2$$

$$P_2 \text{ Tangki} = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ N/m}^2$$

$$Z_1 = 0,3 \text{ m}$$

$$Z_2 = 2,74 \text{ m}$$

$$v_1 = 0 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 0,899 \text{ m/s}$$

$$-W_s = m \left(\frac{1}{2\alpha} (v_2^2 - v_1^2) \right) + g(z_2 - z_1) + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \Sigma F$$

$$-W_s = 102,14 \text{ J/s}$$

$$\text{Efisiensi pompa} = 40\% \quad (\text{Peters dan Timmerhaus, 1991) gambar 14-37}$$

$$\text{Brake Hp} = \frac{-W_s}{\eta \cdot 1000} = 0,2554 \text{ kW} = 0,342 \text{ hp}$$

Efisiensi motor = 80% (Peters dan Timmerhaus, 1991) gambar 14-38

$$W_p = \frac{\text{Brake HP}}{0,80} = \frac{0,342}{0,80} = 0,428 \text{ hp} = 0,5 \text{ Hp}$$

Spesifikasi pompa ():

Jumlah : 1 unit
 Fungsi : mengalirkan air ke mixing tank
 Tipe : pompa sentrifugal
 Operasi : Batch
 Ukuran pipa : nominal 2 sch 40
 OD pipa = 2,375 in
 ID pipa = 2,067 in = 0,0525 m
 Efisiensi pompa : 40%
 Efisiensi motor : 80 %
 Power motor : 0,5 hp
 Bahan konstruksi : *stainless steel*

5. Tangki Penampungan Kaldu (F-512)

Fungsi : Menampung kaldu sebelum masuk ke proses spray dryer
 Dasar pemilihan : Dapat menampung dalam kapasitas yang besar
 Kondisi operasi : Suhu 30°C, P = 1 atm
 Operasi : Batch
 Bahan konstruksi : *Stainless steel SA – 240 (Tipe 304 Grade C)*

Dasar perhitungan :

- Jumlah tangki = 2
- Massa satu batch = 6.107 Kg/hari : 2 tangki = 3.053,5 Kg/tangki
- Densitas campuran :

Komponen	Massa, i	Fraksi Massa, xi	ro i	xi/roi
Kaldu Tulang Sapi	610,65	0,1	881	0,000114
Bawang putih	88,54	0,0145	320	4,53E-05
Bawang merah	61,06	0,01	400	0,000025
Garam	79,38	0,013	2165	6E-06
Gula	27,48	0,0045	800	5,63E-06
Air	5239,34	0,858	965,68	0,000888
Total	6106,45	1		0,001084

$$P \text{ Campuran} = 1/0,001084 = 922,56 \text{ Kg/m}^3 = 57,59 \text{ lbm/ft}^3$$

Perhitungan :

$$\text{Volume campuran} = \frac{\text{Massa campuran}}{P \text{ campuran}}$$

$$= \frac{3.053,5 \text{ kg/batch}}{922,56 \text{ kg/m}^3}$$

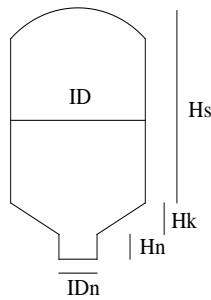
$$= 3,31 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume tangki} = 1,1 \times \text{volume 1 batch}$$

$$= 1,1 \times 3,31 \text{ m}^3 = 3,64 \text{ m}^3$$

Ditetapkan (Brownell & Young, 1959) :

- Bahan konstruksi tangki adalah *stainless steel* SA-240 (tipe 304 grade C)
- *Allowable stress value* (f) dari SA-240 adalah 18750 psi
- Las yang digunakan adalah *double welded joint* dengan efisiensi (E) 0,8
- *Corrossion allowance* (c) adalah 0,125 in
- $H_{shell}/D_{shell} = 1,495/1$
- Sudut konis (2α) = 120°



Keterangan gambar:

ID : diameter dalam *shell*

Hs : tinggi *shell*

Hk : tinggi konis

Hn : tinggi *nozzle*

IDn : diameter dalam *nozzle*

$$H_n (\text{tinggi nozzle}) = \frac{ID_n}{2 \cdot \tan \alpha}$$

$$H_k (\text{tinggi konis}) = \frac{ID}{2 \cdot \tan \alpha} - H_n = \frac{ID - ID_n}{2 \cdot \tan \alpha}$$

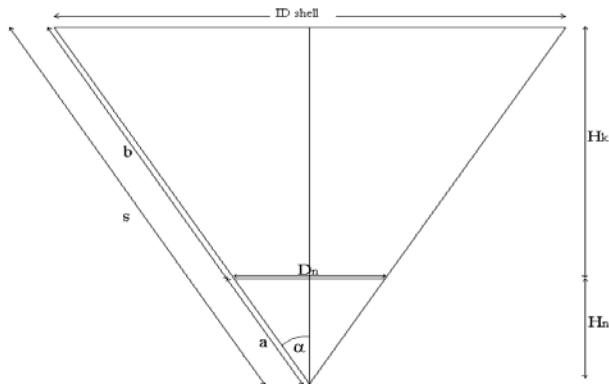
p. Menghitung volume *head*

$$\text{Volume head} = 0,49 \cdot 10^{-4} \cdot ID^3 \quad (\text{Pers 5.11, Brownell and Young})$$

q. Menghitung volume *shell*

$$\text{Volume shell} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot H = \frac{1,5\pi}{4} \cdot ID^3$$

r. Menghitung volume konis



Asumsi diameter *nozzle* (D_n) yang digunakan = 0.1 meter

$$\begin{aligned}
 \text{Volume konis} &= \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID^2 \cdot (H_k + H_n) - \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID_n^2 \cdot H_n \\
 &= \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID^2 \cdot \left(\frac{ID_{\text{shell}} - ID_n}{2 \cdot \tan 60} + \frac{ID_n}{2 \cdot \tan 60} \right) - \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot ID_n^2 \cdot \frac{ID_n}{2 \cdot \tan 60} \\
 &= \frac{\pi}{24 \cdot \tan 60} (ID^3 - ID_n^3) \\
 &= \frac{\pi}{24 \cdot \tan 60} (ID^3 - 0,1^3) \\
 &= 0,075536 \cdot ID^3 - 0,0075536 \times 0,1^3
 \end{aligned}$$

Maka, ID dari tangki dapat dihitung dengan :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Tangki} &= \text{Volume Head} + \text{Volume Shell} + \text{Volume Konis} \\
 3,64 \text{ m}^3 &= 0,49 \cdot 10^{-4} \cdot ID^3 + \frac{1,495\pi}{4} \cdot ID^3 + 0,075536 \cdot ID^3 - 0,0075536 \times 0,1^3 \\
 ID &= 1,43 \text{ meter} = 56,3 \text{ inch}
 \end{aligned}$$

$$\frac{H}{ID} = 1,495 \rightarrow H = 2,14 \text{ m} = 84,26 \text{ inch}$$

$$\text{Tinggi nozzle} = H_n = \frac{ID_n}{2 \cdot \tan \alpha} = 0,0473 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi konis} = H_k = \frac{ID}{2 \cdot \tan \alpha} - H_n = \frac{ID - ID_n}{2 \cdot \tan \alpha} = 0,384 \text{ m}$$

$$\text{Volume shell} = \frac{1,495\pi}{4} \cdot ID^3 = 3,43 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume konis} &= 0,075536 \cdot ID^3 - 0,0075536 \times 0,1^3 \\
 &= 0,221 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Asumsi volume konis = volume bahan dalam konis

$$\begin{aligned}\text{Volume bahan dalam shell} &= \text{Volume bahan masuk} - \text{Volume bahan dalam konis} \\ &= 3,31 \text{ m}^3 - 0,221 \text{ m}^3 \\ &= 3,089 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume bahan dalam shell} &= \frac{\pi}{4} \cdot \text{ID}_{shell}^2 \cdot H \\ 3,089 \text{ m}^3 &= \frac{\pi}{4} \times 1,43^2 \times H_{\text{bahan dalam shell}}\end{aligned}$$

$$H_{\text{bahan dalam shell}} = 1,92 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Total tinggi bahan dalam tangki} &= H_{\text{bahan dalam shell}} + H_{\text{konis}} \\ &= 1,92 \text{ m} + 0,384 \text{ m} \\ &= 2,31 \text{ m} = 7,58 \text{ ft}\end{aligned}$$

Menentukan tebal shell :

$$\begin{aligned}P_{\text{hidrostatik}} &= \frac{\rho_{\text{campuran}} \times \text{total tinggi bahan}}{144} \quad (\text{Persamaan. 3.17, Brownell and Young}) \\ &= \frac{57,59 \text{ lb/ft}^3 \times 7,58 \text{ ft}}{144} \\ &= 3,03 \text{ psia}\end{aligned}$$

$$P_{\text{Operasi}} = 14,7 \text{ psia}$$

$$\begin{aligned}P_{\text{total}} &= P_{\text{hidrostatik}} + P_{\text{Operasi}} \\ &= 3,03 \text{ psia} + 14,7 \text{ psia} \\ &= 17,73 \text{ psia}\end{aligned}$$

$$P_{\text{design}} = 1,1 \times P_{\text{total}} = 1,1 \times 17,73 = 19,5 \text{ psia}$$

$$\text{tebal shell} = \frac{P \cdot \text{ID}_{shell}}{2 \cdot f_{ALL} \cdot E} + c \quad (\text{Persamaan 3.16, Brownell and Young})$$

dimana,

$$P = \text{tekanan design} = 19,5 \text{ psia}$$

$$\text{ID}_{shell} = \text{diameter shell} = 56,3 \text{ in}$$

$$f_{ALL} = \text{allowable stress} = 18.750 \text{ lb/in}^2 \quad (\text{Stainless steel SS-316 food grade})$$

$$E = \text{efisiensi sambungan} = 80 \%$$

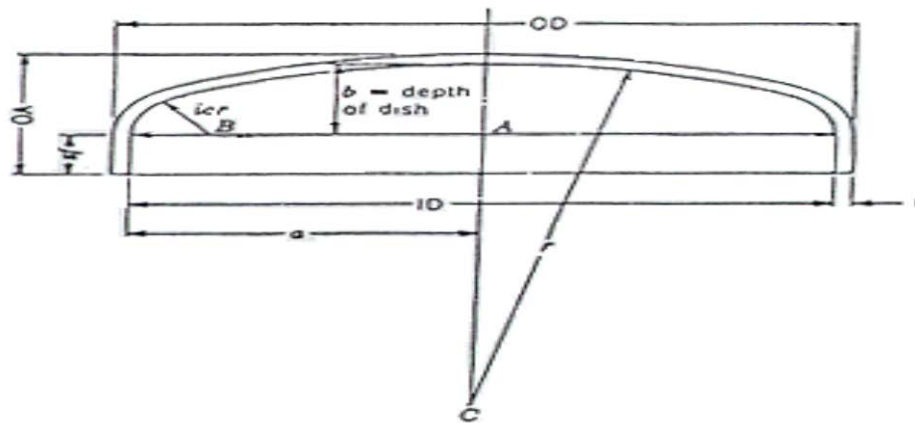
$$(\text{double welded butt joint}) \quad (\text{Tabel 13.2, Brownell and Young})$$

$$c = \text{corrosion allowance} = 1/8 \text{ in}$$

$$\begin{aligned}\text{Tebal shell} &= \frac{19,5 \text{ psia} \times 56,3 \text{ in}}{2 \times 18750 \text{ lb/in}^2 \times 0,8} + \frac{1}{8} \\ &= 0,162 \text{ in}\end{aligned}$$

Tebal plate komersial yang mendekati adalah 3/16 in = 0,1875 in

Bagian tutup tangki (*head*)



Tebal *head* = 3/16 in = 0,1875 in (App. E ,Item 2, Brownell and Young)

Tebal tutup diambil sama dengan tebal shell karena mempertimbangkan faktor keamanan mengingat tebal shell diperhitungkan dengan menggunakan tekanan desain.

$$a = \frac{ID}{2} = 28,15 \text{ in} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$r = ID = 56,3 \text{ in} \quad (\text{Tabel 5.7, Brownell and Young})$$

$$icr = 6\% \times ID = 3,38 \text{ in} \quad (\text{Tabel 5.7, Brownell and Young})$$

$$AB = a - icr = 24,77 \text{ in} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$BC = r - icr = 52,92 \text{ in} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$AC = (BC^2 - AB^2)^{0,5} = 46,77 \text{ in} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$b = r - AC = 9,53 \text{ inch} \quad (\text{Gambar 5.8, Brownell and Young})$$

$$\text{Panjang straight flange} = 2 \text{ in} = 0,0508 \text{ m} \quad (\text{Tabel 5.8, Brownell and Young})$$

$$\text{tinggi head} = \text{tebal head} + b + \text{panjang straight flange}$$

$$= 0,1875 \text{ in} + 9,53 \text{ in} + 2 \text{ in}$$

$$= 11,72 \text{ in} = 0,298 \text{ m}$$

Bagian badan tangki (*shell*)

$$OD \text{ (diameter luar shell)} = ID + 2 \times \text{tebal shell}$$

$$= 1,44 = 56,68 \text{ inch}$$

Bagian dasar tangki (*konis*)

$$\text{Tebal konis} = \frac{P \cdot ID_{\text{shell}}}{2 \cos \alpha (f_{\text{all}} \cdot E - 0,6P)} + C$$

$$\text{Tebal konis} = 0,0156 \text{ inch}$$

$$\text{Tinggi tangki} = \text{tinggi head} + \text{tinggi shell} + \text{tinggi konis} + \text{tinggi nozzle}$$

$$= 11,72 \text{ in} + 84,26 \text{ in} + 15,12 \text{ in} + 1.1365 \text{ in}$$

$$= 112,24 \text{ in} = 2,85 \text{ meter}$$

6. Spray Dryer (B-520)

Fungsi:	Mengeringkan kaldu hingga kadar air tersisa sehingga menjadi bentuk serbuk
Tipe:	<i>Spray dryer</i> berbentuk tower yang memiliki <i>closure</i> berbentuk konis dan <i>head</i> berbentuk <i>torispherical dished head</i> dengan bahan konstruksi SS-316.
Dasar Pemilihan:	Dapat menguapkan air dengan cepat dan dapat digunakan pada kapasitas kecil
Jumlah:	1 unit
Kondisi Operasi:	Suhu 150°C, tekanan 1 atm.

Perhitungan

Berdasarkan perhitungan pada Lampiran A, diperoleh data massa yang masuk *Spray Dryer* sebagai berikut:

Massa kaldu	= 867,12 kg/hari
Massa H ₂ O	= 5.239,34 kg/hari
Massa total	= 6.106,45 kg/hari
Massa udara	= 111.645 kg/j
ρ Campuran larutan	= 922,56 kg/m ³
ρ udara	= 0,8937 kg/m ³

Perhitungan volume *spray dryer*:

Pada *spray dryer*, proses pengeringan berlangsung secara kontinyu, dimana waktu tinggal bahan untuk *spray dryer* bentuk *conical* sebesar 1 detik. Volume Apabila diinginkan proses pengeringan dapat selesai dalam waktu 3 jam, maka diperlukan kapasitas *spray dryer* seperti berikut:

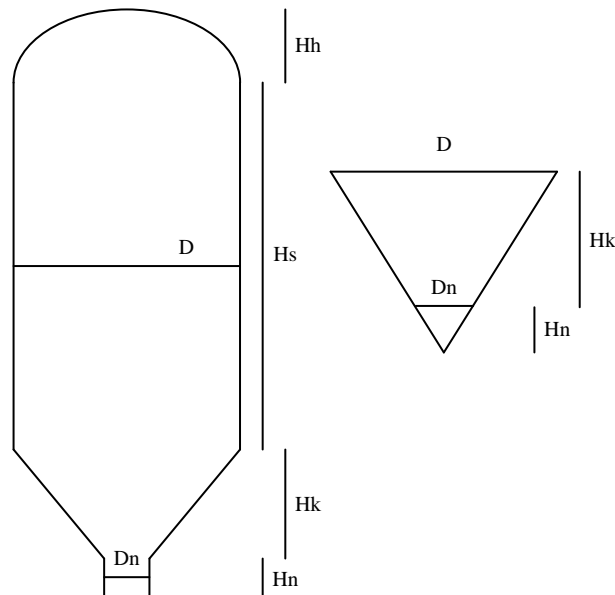
$$\begin{aligned}\text{Massa udara} &= 111.645 \text{ kg/j} \times 1 \text{ jam}/3600 \text{ s} \times 1 \text{ s} \\ &= 31,01 \text{ kg} \\ \text{Volume udara} &= \frac{\text{massa udara}}{\rho_{\text{udara}}} \\ &= \frac{31,01 \text{ kg}}{0,8937 \text{ kg/m}^3} \\ &= 34,7 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Untuk menjaga keamanan, tangki menggunakan faktor keamanan sebesar 0,2 yang berarti di dalam tower terdapat 20% ruang kosong.

$$\begin{aligned}\text{Volume tangki} &= \frac{\text{volume total}}{1 - \text{faktor keamanan}} \\ &= \frac{34,7 \text{ m}^3}{1 - 0,2} \\ &= 43,4 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Perhitungan dimensi tangki:

Spray dryer yang digunakan berbentuk tower dengan *closure* berbentuk konis dan *head torispherical dished head*. Pada perhitungan dimensi tower ini, digunakan besar H/D 2, sudut konis (α) 30, dan diameter nozzle sebesar 8 in atau 0,20 m. Adapun skema tower yang dirancang dapat dilihat pada Gambar C.12.



Gambar. Skema Spray Dryer

$$\begin{aligned}\text{Volume shell} &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H \\ &= \frac{\pi}{4} \times D^2 \times 2D \\ &= \frac{\pi}{2} \times D^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume konis} &= \left(\frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D^2 \times H_k \right) - \left(\frac{1}{3} \times \frac{\pi}{4} \times D_n^2 \times H_n \right) \\ &= \left(\frac{\pi}{12} \times D^2 \times \frac{D}{2 \times \tan(30)} \right) - \left(\frac{\pi}{12} \times D_n^2 \times \frac{D_n}{2 \times \tan(30)} \right) \\ &= \frac{\pi}{24 \times \tan(30)} \times (D^3 - D_n^3)\end{aligned}$$

$$\text{Volume head} = 0,000049 \times D^3$$

$$\text{Volume shell} + \text{volume konis} + \text{volume head} = \text{volume tower}$$

$$\left(\frac{\pi}{2} \times D^3\right) + \left(\frac{\pi}{24 \times \tan(30)} \times (D^3 - D_n^3)\right) + (0,000049 \times D^3) = 43,4 \text{ m}^3$$

$$\left(\frac{\pi}{2} \times D^3\right) + \left(\frac{\pi}{24 \times \tan(30)} \times (D^3 - 0,20^3)\right) + (0,000049 \times D^3) = 43,4 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} D &= 2,89 \text{ m} \\ &= 113,79 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_s &= 2 \times D \\ &= 2 \times 2,89 \\ &= 5,78 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_k &= \frac{D - D_n}{2 \times \tan(\alpha)} \\ &= \frac{2,89 - 0,20}{2 \times \tan(30)} \\ &= 2,33 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_n &= \frac{D_n}{2 \times \tan(\alpha)} \\ &= \frac{0,20}{2 \times \tan(30)} \\ &= 0,17 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan tinggi cairan dan tekanan:

$$P_{\text{udara}} = 1 \text{ atm} = 14,7 \text{ psi}$$

$$P_{\text{operasi}} = P_{\text{udara}} = 14,7$$

$$\begin{aligned} P_{\text{desain}} &= 1,2 \times P_{\text{operasi}} \\ &= 1,2 \times 14,7 \\ &= 17,64 \text{ psi} \end{aligned}$$

Perhitungan tebal shell dan tebal konis:

Bahan konstruksi yang digunakan adalah SS-316, dimana bahan ini memiliki *stress allowance* (f) sebesar 18750. Pada desain tower ini, digunakan las tipe *double welded butt point* dengan efisiensi sebesar 0,85. Pada perhitungan ketebalan bahan konstruksi perlu diperhitungkan *corrosion allowance* (c) sebesar 0,125 in.

$$\begin{aligned} t_{\text{shell}} &= \frac{P_{\text{desain}} \times D}{2 \times ((f \times E) - (0,6 \times P_{\text{desain}}))} + c \\ &= \frac{17,64 \times 113,79}{2 \times ((18750 \times 0,85) - (0,6 \times 17,64))} + 0,125 \\ &= 0,187 \text{ in} \\ &\approx 3/16 \text{ in} \end{aligned}$$

$$t_{\text{konis}} = \frac{P_{\text{desain}} \times D}{2 \times \cos(\alpha) \times ((f \times E) - (0,6 \times P_{\text{desain}}))} + c$$

$$\begin{aligned} &= \frac{17,64 \times 113,79}{2 \times \cos(30) \times ((18750 \times 0,85) - (0,6 \times 17,54))} + 0,125 \\ &= 0,198 \text{ in} \\ &\approx 4/16 \text{ in} \end{aligned}$$

Perhitungan torispherical dished head:

Pada desain tower ini, digunakan *torispherical dished head* sebagai bentuk *head* tower. Gambar C.6. menunjukkan skema dari *head* tipe *torispherical dished head*.

$$\begin{aligned} D_{\text{out shell}} &= D + (2 \times t_{\text{shell}}) \\ &= 113,79 + (2 \times 0,1875) \\ &= 114 \text{ in} \end{aligned}$$

Pada Brownell and Young *table 5.7.*, diameter luar shell yang tersedia dan mendekati adalah 114 in. Berdasarkan $D_{\text{out shell}}$ sebesar 114 in, maka dicoba trial t_{head} sebesar 9/4 in atau 2,25 in (batas minimum tebal *head*). Dari *table 5.6.* dan *table 5.7.* diperoleh:

$$\text{icr} = 6,75 \text{ in}$$

$$r = 108 \text{ in}$$

$$\text{sf} = 3 \text{ in}$$

Sehingga,

$$a = \frac{D}{2} = \frac{113,79}{2} = 56,9 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} AB &= a - \text{icr} \\ &= 56,9 - 6,75 \\ &= 50,15 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BC &= r - \text{icr} \\ &= 108 - 6,75 \\ &= 101,25 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} AC &= \sqrt{BC^2 - AB^2} \\ &= \sqrt{101,25^2 - 50,15^2} \\ &= 84,25 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= r - AC \\ &= 108 - 84,25 \\ &= 23,75 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W &= \frac{1}{4} \times \left(3 + \sqrt{\frac{r}{i_{cr}}} \right) \\&= \frac{1}{4} \times \left(3 + \sqrt{\frac{108}{6,75}} \right) \\&= 1,75\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}t_{head} &= \frac{P_{desain} \times r \times W}{(2 \times f \times E) - (0,2 \times P_{desain})} + c \\&= \frac{17,64 \times 108 \times 1,75}{(2 \times 18750 \times 0,85) - (0,2 \times 17,64)} + 0,125 \\&= 0,105 \text{ in} \\&\approx 2/16 \text{ in}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan t_{head} dibawah besar nilai trial t_{head} , sehingga nilai trial mencukupi kebutuhan t_{head} . Besar nilai trial t_{head} merupakan batas minimum sehingga t_{head} yang digunakan sesuai nilai trial.

$$\begin{aligned}Hh &= t_{head} + b + sf \\&= 0,125 + 23,75 + 3 \\&= 26,875 \text{ in} \\&= 0,683 \text{ m}\end{aligned}$$

Perhitungan tinggi tower:

Berdasarkan perhitungan-perhitungan di atas maka dapat dihitung tinggi tower sebagai berikut:

$$\begin{aligned}H_{tower} &= Hh + Hs + Hk \\&= 0,683 + 5,78 + 2,33 \\&= 8,8 \text{ m}\end{aligned}$$

7. Pompa Vakum (L-522)

Fungsi	: Mengalirkan powder kaldu dari spray dryer menuju packaging.
Dasar pemilihan	: Dapat memindahkan dengan cepat serta meminimalisir kontak dengan udara.
Kondisi operasi	: Suhu 30°C, P = 1 atm
Tipe	: MDT-80 60Hz
Sumber	: Sichuan Machinery Imp Co., LTD



Gambar pompa vakum

8. Packaging Machine

Fungsi	: Mengemas bumbu dalam plastik.
Dasar Pemilihan	: Mempermudah dan proses yang cepat serta kapasitas yang besar dan memiliki tangki penampung
Tipe	: <i>Automatic Horizontal Packaging</i>
Sumber	: Shanghai Uvanpack Machinery Co., LTD
Kapasitas	: 250 pcs / menit
Panjang	: 2,2 m
Lebar	: 0,94 m
Tinggi	: 1,2 m
Power	: 2 kw
Jumlah	: 2 buah



Gambar mesin packaging bumbu

14. Warehouse Produk Jadi

Fungsi	Untuk menyimpan produk jadi
:	
Tipe	<i>Warehouse</i> berbentuk ruangan yang memiliki rak rak dan dilengkapi dengan <i>thermometer</i> sebagai indikator suhu didalam <i>warehouse</i> dan <i>cyclone turbine ventilator</i> untuk mengatur suhu dan kelembaban udara di dalam <i>warehouse</i> .
:	
Dasar pemilihan	: Cocok untuk menampung padatan dengan kapasitas besar
Waktu operasi	: 7 hari penampungan
Kondisi operasi	: $T = 25-30^{\circ}\text{C}$, $P = 1 \text{ atm}$
Bahan kontruksi	: Beton

- 1 krat kayu dapat menampung 25 karton
- Dimensi krat kayu adalah 1,5 m x 1 m
- 1 rak penyimpanan dapat menampung 4 krat kayu
- Dimensi 1 rak 3 m x 2 m dengan disusun secara bertingkat 3.

Jumlah bungkus mie per hari = 124.763 bungkus

Jumlah karton per hari = $124.763 : 40 = 3.119$ karton

Jumlah karton per minggu = $3.119 \times 7 \text{ hari} = 21.833$ karton/minggu

Jumlah krat kayu yang dibutuhkan = $21.833 \text{ buah} : 48 \text{ buah/krat} = 454,85 = 455$ krat

Jumlah rak susun yang dibutuhkan = $455 \text{ krat} : (4 \text{ krat/susun} \times 4) = 30$ rak susun

- Dimensi Gudang

Panjang Gudang = $3 \text{ m} \times 8 \text{ rak susun} = 24 \text{ m}$

Lebar Gudang = $2 \text{ m} \times 4 \text{ rak susun} = 8 \text{ m}$

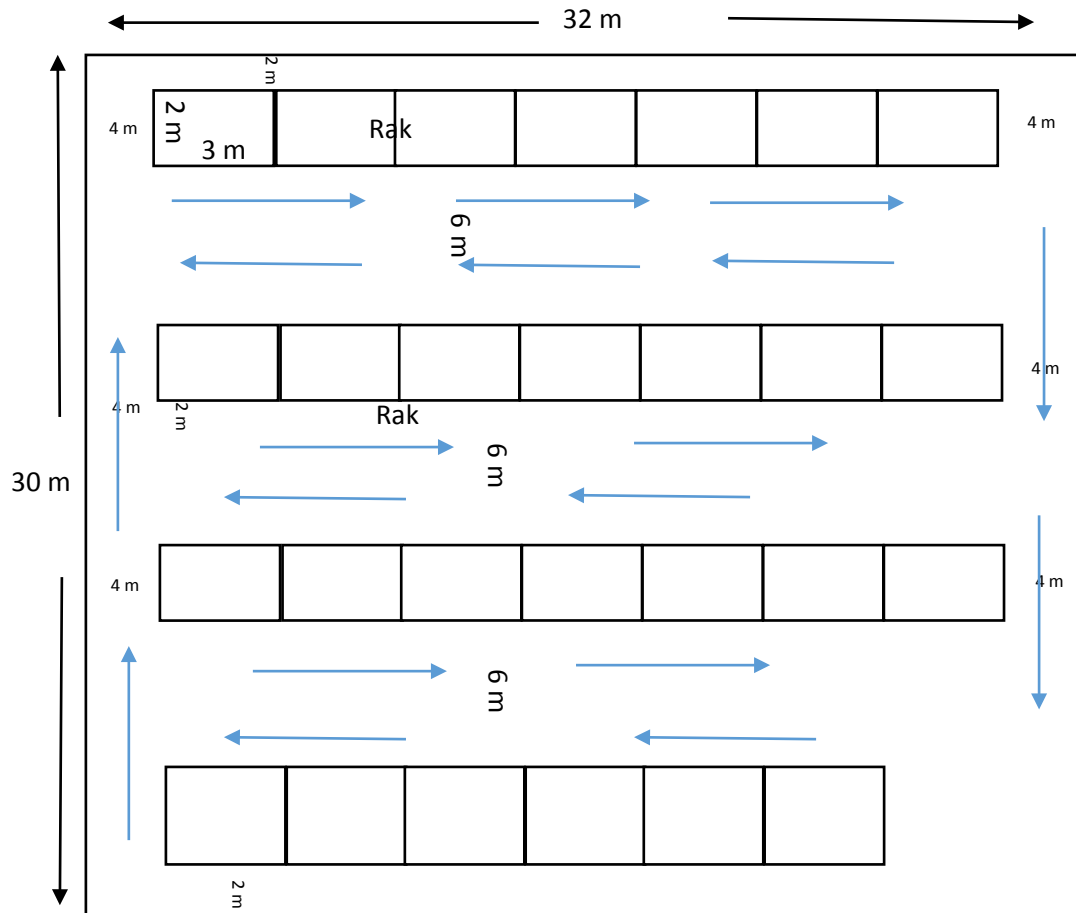
Untuk keperluan jalan, maka panjang gudang ditambah 8 meter dan lebar gudang ditambah 22 meter sehingga :

Panjang Gudang = $24 \text{ m} + 8 \text{ m} = 32 \text{ m}$

Lebar Gudang = $8 \text{ m} + 22 \text{ m} = 30 \text{ m}$

Tinggi gudang = 8 m

• Skema Gudang :



LAMPIRAN D

PERHITUNGAN ANALISIS EKONOMI

D.1. Perhitungan Harga Peralatan

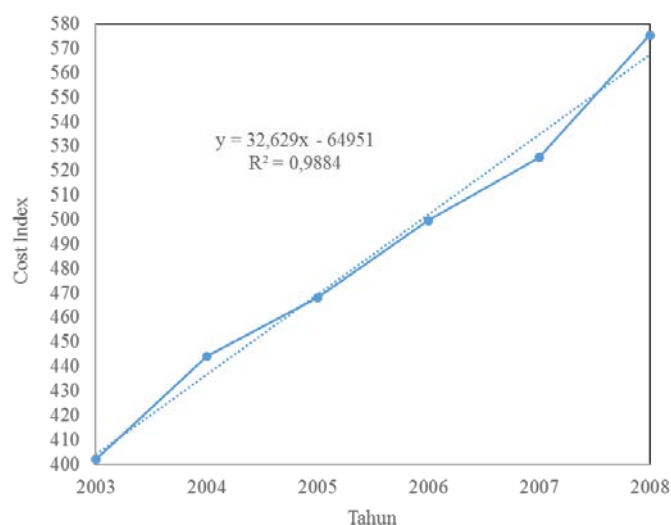
Metode Perkiraan Harga

Dalam suatu pabrik, diperlukan peralatan yang menunjang proses produksi suatu pabrik. Pabrik mie instant merupakan suatu pabrik yang membutuhkan alat produksi, sehingga diperlukan adanya perkiraan harga peralatan yang sering mengalami perubahan dikarenakan kondisi ekonomi. Oleh karena itu, untuk memperkirakan harga peralatan sekarang diperlukan suatu indeks yang dapat mengkonversikan harga peralatan sebelumnya menjadi harga sekarang. Perhitungan adalah sebagai berikut:

$$\text{Harga Alat tahun B} = \frac{\text{Cost Index pada tahun B}}{\text{Cost Index pada tahun A}} \times \text{Harga Alat tahun A}$$

Dimana A adalah tahun saat itu atau tahun yang menjadi patokan harga alat yang digunakan dan B adalah tahun rencana didirikannya pabrik yaitu 2021 dikurangi 1 tahun untuk pembelian dan pemasangan alat yakni 2020.

Pada perencanaan pabrik kopi ginseng instant ini, *Cost Index* yang digunakan adalah *Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI)*. Dari CEPCI diperoleh data *cost index* tahun 2003–2008 sebagaimana disajikan pada Gambar D.1 dalam bentuk grafik hubungan antara waktu (tahun) dengan *cost index* dan selanjutnya dicari persamaan yang dapat mewakili data *cost index* tersebut.



Gambar D.1. *Chemcial Engineering Plant Cost Index*

Persamaan yang digunakan untuk mewakili data cost index dari *CEPCI* dan diperoleh persamaan linear sebagai berikut :

$$y = 32,69x - 64951$$

Dimana:

$$y = \text{Cost index}$$

$$x = \text{Tahun}$$

Estimasi *cost index* pada tahun 2018-2023 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan polinomial yang diperoleh. Berikut adalah contoh perhitungan untuk *cost index* pada tahun 2015 :

$$\begin{aligned} y &= 32,69x - 64951 \\ &= 32,69 (2018) - 64951 \\ &= 894,32 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan estimasi cost index pada tahun 2018-2023 dengan menggunakan persamaan linear disajikan pada Tabel D.1 sebagai berikut:

Tabel D.1. Estimasi Cost Index pada tahun 2018-2023

Tahun	Cost Index
2018	894,32
2019	926,95
2020	959,58
2021	992,21
2022	1024,84
2023	1057,47

Sehingga perhitungan untuk harga alat:

$$\text{Harga Alat tahun 2023} = \frac{\text{Cost Index pada tahun 2023}}{\text{Cost Index pada tahun 2018}} \times \text{Harga Alat tahun 2018}$$

Keterangan :

Tahun A = tahun perencanaan pendirian pabrik – 1 tahun = 2023-1 = 2022

Tahun B = tahun saat ini yang digunakan sebagai patokan harga = 2018

Contoh perhitungan :

Nama Alat : Tangki Mixing

Jumlah Alat : 1 unit

Harga Tahun 2018/unit : Rp 144.340.000,00

Harga Tahun 2023/unit : $\frac{1057,47}{1024,84} \times \text{Rp } 144.340.000,00 = \text{Rp } 170.671.436,00$

Harga Total Alat : $1 \times \text{Rp } 170.671.436,00 = \text{Rp } 170.671.436,00$

Dengan cara yang sama, harga peralatan disajikan pada Tabel D.2. untuk alat-alat proses dan Tabel D.3. untuk alat-alat utilitas.

Tabel D.2. Harga Alat Proses

Kode Alat	Nama Alat Proses	Jumlah Alat	Harga Tahun 2018/Unit (Rp)	Harga Tahun 2023 (Rp)	Harga Total Tahun 2023 (Rp)
M-110	Tangki mixing 1	1	144.340.000	170.671.436	170.671.436
L-114	pompa 1	1	721.700	853.357	853.357
L-313	pompa 2	1	721.700	853.357	853.357
C-120	roll press machine	1	101.038.000	119.470.005	119.470.005
X-121	slitter	1	7.217.000	8.533.572	8.533.572
E-210	steam box	1	144.340.000	170.671.436	170.671.436
C-211	cutting and molding	1	72.170.000	85.335.718	85.335.718
Q-330	fryer machine	1	245.378.000	290.141.441	290.141.441
P-311	cooling box	1	72.170.000	85.335.718	85.335.718
X-410	packaging 1	2	288.680.000	341.342.872	682.685.743
L-514	pompa 3	1	721.700	853.357	853.357
M-510	Tangki mixing 2	2	108.255.000	128.003.577	256.007.154
L-521	pompa 4	1	721.700	853.357	853.357
B-520	Spray Dryer	1	577.360.000	682.685.743	682.685.743
X-530	packaging 2	2	180.425.000	213.339.295	426.678.589
F-113	Tangki penampungan air 1	1	108.255.000	128.003.577	128.003.577
F-312	Tangki penampungan minyak goreng	3	144.340.000	170.671.436	512.014.307
F-513	Tangki penampungan air 2	1	108.255.000	128.003.577	128.003.577
F-512	Tangki penampungan kakdu	2	108.255.000	128.003.577	256.007.154
TOTAL					4.005.658.598

Tabel D.3. Harga Alat Utilitas

Kode Alat	Nama Alat	Jumlah Alat	Harga Tahun 2018/unit (Rp)	Harga Tahun 2023 (Rp)	Harga Total Tahun 2023 (Rp)
L-411	Pompa	1	721.700	1.201.294	1.201.294
L-412	Pompa	1	721.700	1.201.294	1.201.294
X-450	HEPA Filter	1	721.700.000	1.201.293.593	1.201.293.593
TOTAL					1.203.696.183

Tabel D.4. Harga Bak Penampung

No	Nama Bak Penampung	Luas (m ²)	Harga (Rp/m ²)	Harga Total (Rp)
1	Bak Penampung Air PDAM	2,74	800.000	2.192.000
3	Bak Penampung Air Sanitasi	1,5	3.000.0000	4.500.000
TOTAL				6.692.000

$$\begin{aligned}
 \text{Total harga alat} &= \text{Harga Alat Proses} + \text{Harga Alat Utilitas} + \text{Harga Bak Penampung} \\
 &= \text{Rp } 4.142.195.747,00 + \text{Rp } 1.203.696.183,00 + \text{Rp } 6.692.000,00 \\
 &= \text{Rp } 5.618.368.809,00
 \end{aligned}$$

D.2. Perhitungan Harga Bahan Baku

a. Tepung Tapioka

Massa tepung tapioka yang dibutuhkan per hari = 3.309 kg

Massa tepung tapioka yang dibutuhkan per tahun = 943.042 kg

Harga tepung tapioka per kg = Rp 10.000,00

Harga tepung tapioka per tahun = Rp 11.150.744.056,00

b. Tepung Jagung

Massa tepung jagung yang dibutuhkan per hari = 4.043 kg

Massa tepung jagung yang dibutuhkan per tahun = 1.152.335 kg

Harga tepung jagung per kg = Rp 7.000,00

Harga tepung jagung per tahun = Rp 9.537.994.337,00

c. Garam

Massa garam yang dibutuhkan = 190 kg

Massa garam yang dibutuhkan per tahun = 54.390 kg

Harga garam per kg = Rp 600,00

Harga garam per tahun = Rp 22.536.241,00

d. Natrium Karbonat

Massa natrium karbonat yang dibutuhkan = 45 kg

Massa natrium karbonat yang dibutuhkan per tahun = 12.763 kg

Harga natrium karbonat per kg = Rp 700,00

Harga natrium karbonat per tahun = Rp 10.563.863,00

e. Garlic Powder

Massa garlic powder yang dibutuhkan = 89 kg

Massa garlic powder yang dibutuhkan per tahun = 25.235 kg

Harga garlic powder per kg = Rp 75.000,00

Harga garlic powder per tahun = Rp 2.153.434.206,00

f. Onion Powder

Massa onion powder yang dibutuhkan = 61 kg

Massa onion powder yang dibutuhkan per tahun = 17.403 kg

Harga onion powder per kg = Rp 75.000,00

Harga onion powder per tahun = Rp 1.485.127.038,00

g. Kaldu Tulang Sapi

Massa kaldu tulang sapi yang dibutuhkan = 611 kg

Massa kaldu tulang sapi yang dibutuhkan per tahun = 174.034 kg

Harga kaldu tulang sapi per kg = Rp 3.600,00

Harga garlic powder per tahun = Rp 742.563.519,00

h. Gula

Massa gula yang dibutuhkan = 27 kg

Massa gula yang dibutuhkan per tahun = 7.832 kg

Harga gula per kg = Rp 11.000,00

Harga gula per tahun = Rp 101.861.976,00

Total harga bahan baku per tahun = **Rp 23.067.442.000,00**

D.3. Perhitungan Biaya Utilitas

Perhitungan biaya utilitas meliputi biaya listrik, biaya untuk alat tambahan, biaya bahan bakar dan biaya alat utilitas lainnya.

D.3.1. Perhitungan Biaya Listrik

Seluruh kebutuhan listrik di pabrik *disupply* dari Perusahaan Listrik Negara. Berdasarkan keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 31 Tahun 2014, biaya listrik untuk keperluan industri :

Beban listrik terpasang : di atas 200 kVa = 200 kW

Biaya beban : Rp 31.500/kW/bulan

Tarif listrik pada daerah Pasuruan (PLN, 2017):

WBP (Waktu Beban Puncak) : Rp 1.100,00 (pukul 18.00-22.00)

LWBP (Luar Waktu Beban Puncak) : Rp 1.000,00 (pukul 22.00-18.00)

Contoh perhitungan untuk penerangan pada pos keamanan (lampu menyala pukul 17.00-07.00):

$$\text{kWh WBP} = 0,012 \text{ kW} \times 4 \text{ jam} = 0,048 \text{ kWh}$$

$$\text{kWh LWBP} = 0,012 \text{ kW} \times 10 \text{ jam} = 0,12 \text{ kWh}$$

$$\text{Harga WBP} = 0,048 \text{ kWh} \times \text{Rp. 1.100,00} = \text{Rp 66.00}$$

$$\text{Harga LWBP} = 0,12 \text{ kWh} \times \text{Rp. 1.000,00} = \text{Rp 108,00}$$

Dengan cara yang sama, biaya listrik untuk penerangan, utilitas dan alat proses. Biaya listrik untuk penerangan disajikan pada Tabel D.6.

Tabel D.6. Biaya Listrik untuk Penerangan

No	Bangunan	kW	Waktu (jam)	kWh (WBP)	kWh (LWBP)	Harga (WBP) (Rp)	Harga (LWBP) (Rp)
1	Pos Satpam	0,012	14	0,06	0,108	66	108
2	Taman & Kolam	0,04	14	0,2	0,36	220	360
3	Parkir Mobil	0,12	14	0,6	1,08	660	1080
4	Parkir Motor	0,08	14	0,4	0,72	440	720
5	Kantor	0,69	10	0	6,9	0	6900
6	Laboratorium	0,18	10	3,52	1,8	3872	1800
7	Warehouse	0,24	24	1,2	4,56	1320	4560
8	Area produksi	0,8	10	0	8	0	8000
9	Klinik	0,042	10	0	0,42	0	420
10	Musholla	0,024	10	0	0,24	0	240
11	Assembly point	0,04	14	0,2	0,36	220	360
12	Kantin	0,09	10	0	0,9	0	900
13	Parkir Alat Berat/Truk	0,24	14	1,2	2,16	1320	2160
14	Kamar Mandi	0,018	14	0,09	0,162	99	162
15	Pengolahan Air	0,04	14	0,2	0,36	220	360
16	Pengolahan Limbah	0,04	14	0,2	0,4	220	400

17	Generator	0,04	24	0,32	0,4	352	400
18	Penimbangan	0,072	10	0	0,72	0	720
19	Area Jalan	1,2	14	6	10,8	6600	10800
TOTAL						15.609	40.450

D.3.2. Perhitungan Biaya Alat Elektronik

Biaya elektronik untuk alat elektronik lainnya, antara lain digunakan untuk AC, komputer, dan alat-alat perkantoran lainnya. Kebutuhan listrik untuk alat elektronik lainnya digunakan hanya pada saat jam kantor yaitu jam 08.00-17.00. Waktu kantor ini termasuk dalam waktu luar beban puncak. Dari Bab VII diketahui kebutuhan listrik untuk alat elektronik lainnya adalah 6,14 kW/hari. Biaya yang harus dibayar adalah :

Biaya/hari = 22,8 kW x 9 jam/hari x Rp 1000,00 = **Rp 205.200,00/hari**

D.3.3. Perhitungan Biaya Listrik Alat Proses

Biaya elektronik untuk alat proses, hanya pada saat jam operasi yaitu jam 08.00-17.00. Waktu operasi ini termasuk dalam waktu luar beban puncak. Berikut adalah biaya listrik untuk alat proses yang disajikan pada Tabel D.7.

Tabel D.7. Biaya Listrik untuk Alat Proses

Kode Alat	Nama Alat Proses	kW	kWh (LWBP)	Harga LWBP (Rp)
M-110	Tangki mixing 1	3,7	29,6	29.600
L-114	pompa 1	0,37	3,0	2.960
L-313	pompa 2	0,37	3,0	2.960
C-120	roll press machine	8	64,0	64.000
X-121	slitter	1	8,0	8.000
E-210	steam box	2	16,0	16.000
C-211	cutting and molding	6	48,0	48.000
Q-330	fryer machine	1	8,0	8.000
P-311	cooling box	4	32,0	32.000
X-410	packaging 1	10,2	81,6	81.600
L-514	pompa 3	0,37	3,0	2.960
M-510	Tangki mixing 2	0,46	3,7	3.680
L-521	pompa 4	0,37	3,0	2.960
B-520	Spray Dryer	7,35	58,8	58.800
X-530	packaging 2	4	32,0	32.000
TOTAL				393.520

Total biaya untuk alat proses per hari = **Rp 393.520,00**

D.3.4. Perhitungan Biaya Listrik Alat Utilitas

Biaya elektronik untuk alat utilitas, hanya pada saat jam operasi yaitu jam 08.00-17.00. Waktu operasi ini termasuk dalam waktu luar beban puncak. Berikut adalah biaya listrik untuk alat proses yang disajikan pada Tabel D.7.

Tabel D.8. Biaya Listrik untuk Utilitas

Kode Alat	Nama Alat	kW	kWh (LWBP)	Harga LWBP (Rp)
L-411	Pompa	0,373	1,119	1.119
L-412	Pompa	0,373	1,119	1.119
X-450	HEPA Filter	151	1208	1.208.000
TOTAL				1.210.238

Total Biaya untuk Alat Utilitas per hari = **Rp 1.208.000,00**

Biaya Beban Listrik saat Pabrik Beroperasi

Biaya/hari = Rp 1.823.755,00

Dalam satu tahun, pabrik beroperasi selama 285 hari, maka biaya/tahun:

Biaya saat pabrik beroperasi/tahun = 285 hari x Rp 1.823.755,00
= Rp 483.294.943,00

Biaya listrik pada saat pabrik tidak beroperasi

Biaya/hari = biaya penerangan
= Rp 33.207,00/hari

Dalam satu tahun, pabrik tidak beroperasi selama 120 hari, maka biaya/tahun:

Biaya saat pabrik tidak beroperasi/tahun = 120 hari x Rp 33.207,00/hari
= Rp 3.984.840,00

Biaya Beban Listrik :

Biaya beban listrik tiap bulan = Rp 31.500/kW/bulan

Total kW listrik = listrik penerangan + listrik alat elektronik+ listrik alat proses + listrik utilitas
= 60,78 + 6,14 + 334,64 + 19,54 kW
= 421,1 kW

Biaya beban/tahun = 421,1 kW x Rp 31.500/kW/bulan x 12 bulan/tahun
= Rp 207.277.508,00

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya listrik/tahun} &= \text{Biaya saat pabrik beroperasi} + \text{biaya saat pabrik tidak} \\
 &\quad \text{beroperasi} + \text{biaya beban} \\
 &= \text{Rp } 134.694.188 + \text{Rp } 3.984.840,00 + \\
 &\quad \text{Rp } 207.277.508,00 \\
 &= \mathbf{\text{Rp } 345.956.535,00}
 \end{aligned}$$

D.3.5. Perhitungan Biaya Air

Seluruh kebutuhan air di pabrik *disupply* oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Penetapan Tarif Air Minum pada Perusahaan Daerah Air Minum Bandar Lampung :

Jenis Pelayanan : Industri Besar

Minimum Pemakaian : 10 m³

Tingkat Pemakaian	:	0 s/d 10	= Rp 13.570,00
		11 s/d 20	= Rp 13.570,00
		> 21	= Rp 17.820,00

Biaya Beban : Rp 30.000,00

Biaya Administrasi : Rp 15.000,00

Biaya Pemeliharaan Meter : Rp 30.000,00

Dari Bab VII diketahui kebutuhan air untuk proses, sanitasi, dan pendingin adalah 17,84 m³/hari. Maka biaya yang harus dibayar adalah:

Total pemakaian dalam satu bulan = 13,35 m³/hari x 30 hari = 400,5 m³/hari

Perhitungan biaya per bulan:

0 s/d 10	= 10 x Rp 13.570,00	= Rp 135.700,00
11 s/d 20	= 10 x Rp 13.570,00	= Rp 135.700,00
>21	= 515,2 x Rp 17.820,00	= Rp 9.180.864,00

Total biaya per bulan = biaya (air + beban + administrasi + pemeliharaan)
= Rp 2.911.991

Total biaya air per tahun = Rp 2.911.991,00 x 12 bulan/tahun
= **Rp 34.943.900,00**

D.3.6. Perhitungan Biaya Bahan Bakar

NG (*Natural Gas*)

Dari Bab VII diketahui kebutuhan bahan bakar NG adalah 638,17 MMBTU/tahun

Harga NG = /MMBTU = Rp 36.031/MMBTU

Biaya bahan bakar tiap tahun = 638,17 MMBTU/tahun x Rp 36.031/MMBTU
= Rp 52.688.000,00

Maka, biaya yang digunakan untuk utilitas adalah :

Biaya utilitas/tahun = biaya listrik + biaya air + biaya bahan bakar
= Rp 1.149.225.787 + Rp 34.943.900 + Rp 52.688.000
= Rp 1.236.858.000,00

D.3.8. Perhitungan Harga Jual Produk

Produk mie instant yang dihasilkan sebanyak 9.981 kg/hari

Massa produk dalam setahun = 119.772 kg/tahun

Jumlah bungkus yang dihasilkan per hari = 124.763 bungkus

Jumlah bungkus yang dihasilkan per tahun = 1.497.156 bungkus

Harga jual produk ditentukan persaingan pasar, sehingga harga jual mie instant = Rp 1.800,00 / pcs

Harga jual mie instant per tahun = 1.497.156 pcs/tahun x Rp 1.800,00/bungkus = **Rp 63.612.000.000,00/tahun**

D.4. Perhitungan Gaji Karyawan

Gaji karyawan yang bekerja di pabrik mie instant disesuaikan pada upah minimum kabupaten/kota (UMK) dan jabatan. UMR Kab. Pasuruan tahun 2018 adalah Rp 3.300.000 dapat diperkirakan UMR Kab Pasuruan pada tahun 2023, yaitu Rp 3.800.000. Jumlah karyawan di pabrik mie instant ini adalah 60 orang, gaji karyawan dalam 1 tahun dihitung sebanyak 13 bulan gaji dengan rincian 1 bulan gaji digunakan untuk tunjangan hari raya. Perhitungan gaji karyawan pada tahun 2023 disajikan pada Tabel D.11.

Tabel D.11. Perhitungan Gaji Karyawan

Posisi	Jumlah	Gaji Per Orang 2018	Gaji Per Orang 2023	Jumlah Gaji	gaji/tahun
Direktur Utama	1	15.000.000	17.736.347	17.736.347	230.572.506
Sekretaris	1	7.250.000	8.572.568	8.572.568	111.443.378
Kepala Bagian Produksi	1	7.250.000	8.572.568	8.572.568	111.443.378
Kepala Bagian <i>R&D</i> DAN <i>QC</i>	1	7.250.000	8.572.568	8.572.568	111.443.378
Kepala Bagian Keuangan dan Administrasi	1	7.250.000	8.572.568	8.572.568	111.443.378
Kepala Bagian Logistik	1	7.250.000	8.572.568	8.572.568	111.443.378
Karyawan Produksi	6	3.800.000	4.493.208	26.959.247	350.470.210
Karyawan Teknik	4	3.800.000	4.493.208	17.972.831	233.646.806
Karyawan Utilitas	4	3.800.000	4.493.208	17.972.831	233.646.806
Karyawan <i>QC</i>	2	3.800.000	4.493.208	8.986.416	116.823.403
Karyawan <i>PPIC</i>	2	3.800.000	4.493.208	8.986.416	116.823.403
Karyawan <i>R&D</i>	2	3.800.000	4.493.208	8.986.416	116.823.403
Karyawan Keuangan dan Administrasi	2	3.800.000	4.493.208	8.986.416	116.823.403
Karyawan Pembelian dan Penjualan	2	3.800.000	4.493.208	8.986.416	116.823.403
Karyawan <i>HRD</i>	2	3.800.000	4.493.208	8.986.416	116.823.403
Karyawan Pemasaran	5	3.800.000	4.493.208	22.466.039	292.058.508
Karyawan Logistik dan Gudang	4	3.800.000	4.493.208	17.972.831	233.646.806
Resepsionis	1	3.800.000	4.493.208	4.493.208	58.411.702
Karyawan Keamanan	12	3.300.000	3.901.996	46.823.955	608.711.417
Karyawan Kebersihan	5	3.300.000	3.901.996	19.509.981	253.629.757
Karyawan Poliklinik	1	3.800.000	4.493.208	4.493.208	58.411.702
total	60			293.181.810	3.811.363.530

Total biaya yang harus dikeluarkan dalam 1 tahun untuk gaji karyawan =

Rp 3.811.363.530

D.5. Perhitungan Harga Tanah dan Bangunan

Harga tanah dan bangunan dihitung dengan menggunakan harga tanah pada tahun 2022. Untuk harga bangunan dihitung menjadi empat yaitu sebagai berikut.

- Bangunan kantor, meliputi: pos keamanan, kantin, toilet, mushola, poliklinik, kantor, laboratorium.
- Bangunan produksi, meliputi: ruang proses, ruang utilitas, bengkel, ruang generator, gudang bahan baku dan gudang dengan media pendingin.
- Taman.
- Jalan dan area parkir.

A. Harga Tanah

Harga tanah di Pasuruan = Rp 350.000/m²

Luas Tanah = 14.830 m²

Harga tanah = Rp 350.000/m² x 14.830 m² = Rp 5.190.580.000,00

B. Harga Bangunan

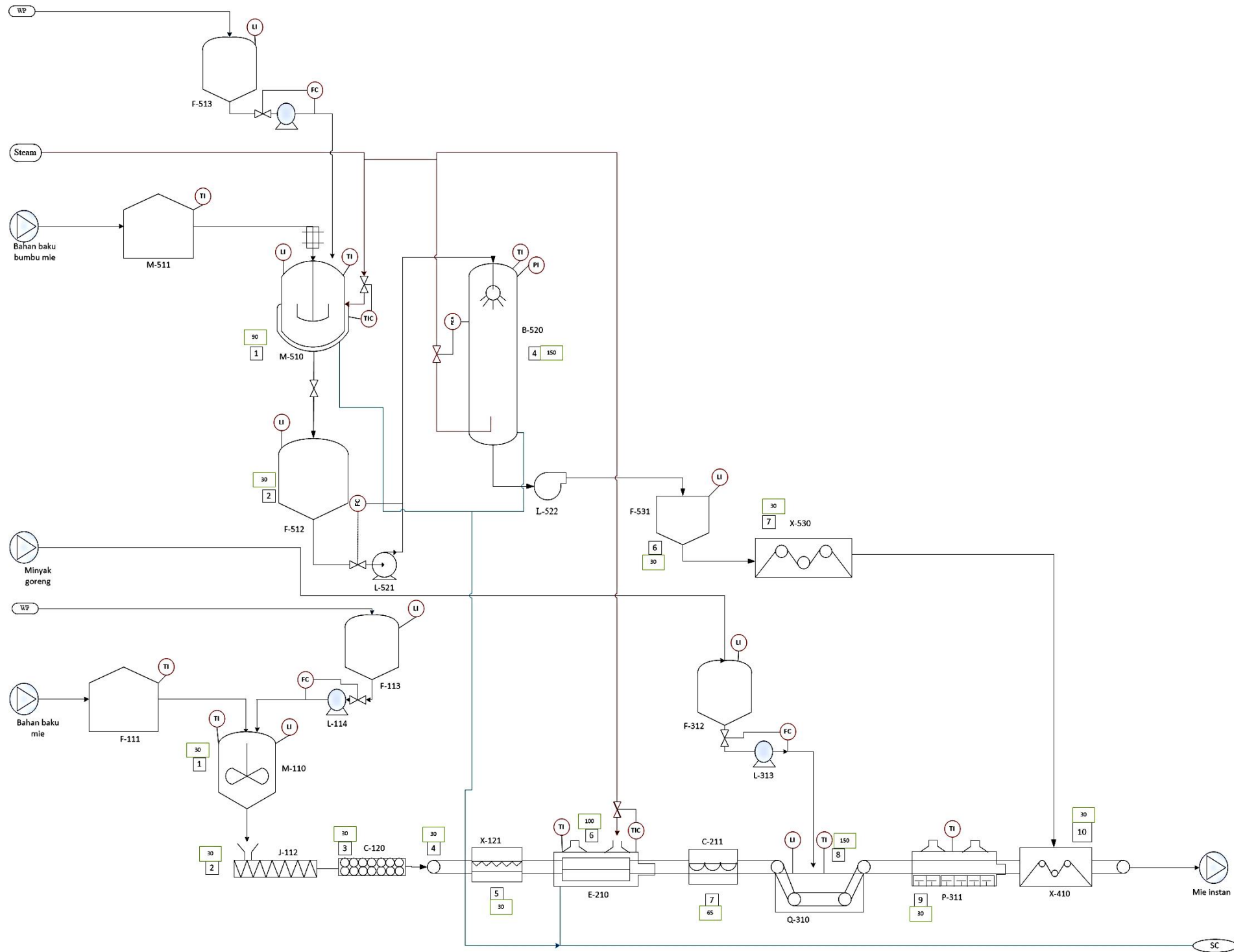
Harga Bangunan dibagi empat dan dihitung seperti pada Tabel D.12.

Tabel D.12. Harga Bangunan

Area	Luas (m²)	Harga/m² (Rp)	Total (Rp)
Kantor	600	5.000.000	2.400.000.000
Ruang Produksi	975	5.000.000	4.875.000.000
Taman dan kolam	487	2.500.000	1.218.000.000
Jalan dan Area Parkir	2.940	2.500.000	7.350.500.000
TOTAL			15.843.500.000









Total harga tanah dan bangunan = Rp 21.034.000.000

Pra-Rencana Pabrik Mie Instan Berbahan Dasar Tepung Jagung



22	X-530	Packaging Bumbu
21	F-531	Tangki penampungan sementara 2
20	L-522	vakum pump
19	B-520	spray dryer
18	L-521	pompa proses 3
17	F-512	Tangki penampungan sementara 1
16	M-510	tangki perebusan
15	M-511	gudang bahan bumbu
14	L-313	pompa proses 2
13	F-312	tangki minyak goreng
12	L-114	pompa proses 1
11	F-113	tangki air 1
10	X-410	packaging mi dan bumbu
9	P-311	cooling box
8	Q-310	fiyer
7	C-211	cutter
6	E-210	steam box
5	X-121	sliter
4	C-120	rolling press
3	J-112	screw conveyor
2	M-110	tangki pencampuran
1	F-111	gudang bahan mie
No.	kode alat nama peralatan	

Dibuat Oleh :	
Celerina Kartika Siwi / 5203015028	
Lia Puji Lestari / 5203015062	
Mengetahui /Menyetujui :	
Pembimbing I	Pembimbing II
Ir. Setiyadi, M.T.	Ir. Suratno Lourentius, M.S., IPM
NIK. 521.88.0137	NIK. 521.87.0127
Flowsheet Prarencanan Minuman Sari Buah Semangka Berkarbonasi	
Jurusan Teknik Kimia	
Fakultas Teknik	
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya	
2018	

Keterangan simbol	
	<i>Level Indicator</i>
	<i>Temperature Indicator</i>
	<i>Pressure Indicator</i>
	<i>Pressure Indicator, Controller, and Alarm</i>
	<i>Temperature Indicator and Alarm</i>
	<i>Flow Controller</i>
	<i>Temperature (°C)</i>
	<i>Flow Number</i>